

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-330049

(43)Date of publication of application : 19.11.2003

(51)Int.Cl.

G02F 1/167

(21)Application number : 2002-137544

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 13.05.2002

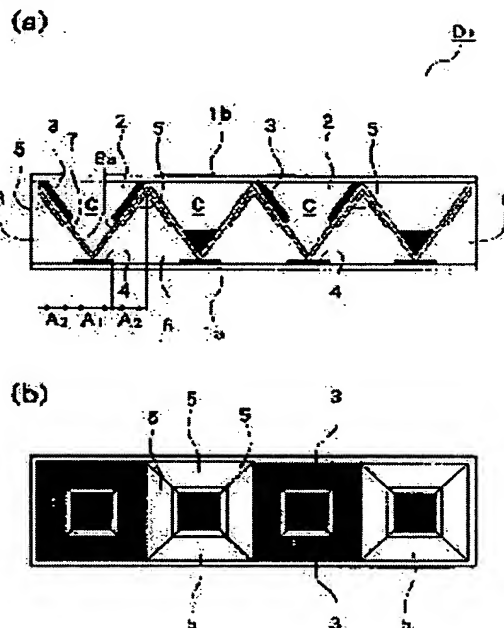
(72)Inventor : GODA TATSUTO  
UNO YOSHINORI

(54) ELECTROPHORETIC DISPLAY, DRIVING METHOD THEREFOR, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a deterioration in image quality accompanying leakage of electric lines of force.

SOLUTION: As illustrated, 2nd display electrodes 5 are arranged in a pixel peripheral part A2 of each pixel in the state tilting against a substrate. Thus, the electric lines of force of a display electrode 4 in each pixel are prevented from leaking. Therefore, electrophoretic particles 3 arranged in each pixel can be moved only by applying voltage to the electrodes 4, 5 of each pixel, and the image quality can be prevented from deteriorating.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-330049

(P2003-330049A)

(43)公開日 平成15年11月19日(2003. 11. 19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F 1/167

識別記号

F I

G 0 2 F 1/167

フォーマット(参考)

審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 24 頁)

(21)出願番号 特願2002-137544(P2002-137544)

(22)出願日 平成14年5月13日(2002. 5. 13)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 郷田 達人

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72)発明者 宇野 喜徳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74)代理人 100082337

弁理士 近島 一夫 (外2名)

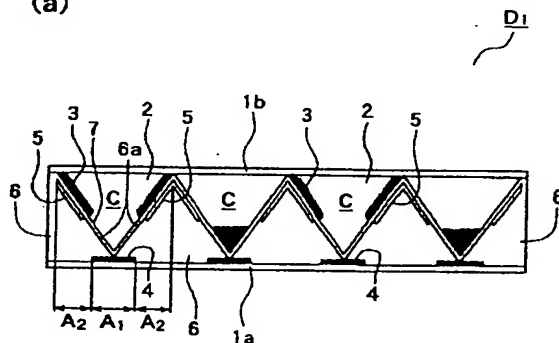
(54)【発明の名称】 電気泳動表示装置、該電気泳動表示装置の駆動方法、及び該電気泳動表示装置の製造方法

(57)【要約】

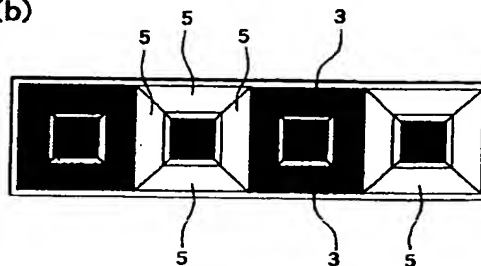
【課題】 電気力線漏れに伴う画質の低下を防止する。

【解決手段】 第2表示電極5は、図示のように、基板に対して傾斜した状態に各画素の画素周辺部A<sub>2</sub>に配置されている。これにより、それぞれの画素における第1表示電極4の電気力線の漏れが防止される。したがって、各画素に配置された帯電泳動粒子3は、それぞれの画素の電極4、5への印加電圧のみによって移動させることができ、画質の低下を防止することができる。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

- 【請求項1】 所定間隙を開けた状態に配置された第1基板及び第2基板と、これらの基板の間隙に配置された絶縁性液体及び複数の着色帯電泳動粒子と、これらの絶縁性液体及び着色帯電泳動粒子の近傍に配置された第1電極及び第2電極と、を備え、これらの電極の間に電圧を印加して着色帯電泳動粒子を移動させることに基き種々の表示を行う電気泳動表示装置であって、前記第1電極は、各画素の画素中央部に前記第1基板に沿うように配置され、前記第2電極は、それぞれの画素における第1電極の電気力線を遮ると共に前記第2基板の側から画素を見た場合に一定の面積を占めるように基板に対して傾斜した状態に各画素の画素周辺部に配置され、かつ、各画素の第2電極は同電位になるように構成されている、ことを特徴とする電気泳動表示装置。
- 【請求項2】 前記第2電極は、前記一对の基板の間隙に配置された第2電極支持体によって支持されてなる、ことを特徴とする請求項1に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項3】 前記第2電極支持体によって各画素に傾斜面が形成され、前記第2電極は該傾斜面に形成された、ことを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項4】 前記第2電極支持体は画素と画素とを仕切るように配置された、ことを特徴とする請求項2又は3に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項5】 前記第2電極支持体と前記基板とによって形成される空隙部は、その厚み寸法が画素中央部で大きく、画素周辺部になるほど小さくなる、ことを特徴とする請求項2乃至4のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項6】 前記空隙部は円錐形状である、ことを特徴とする請求項5に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項7】 前記空隙部は角錐形状である、ことを特徴とする請求項5に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項8】 前記空隙部はすり鉢状である、ことを特徴とする請求項5に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項9】 前記空隙部は半球状である、ことを特徴とする請求項5に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項10】 前記第2電極支持体には、画素周辺部に傾斜面を形成し、画素中央部に前記第1基板に沿った略平坦面を形成した、ことを特徴とする請求項5に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項11】 前記略平坦面に沿うように前記第1電極が配置された、ことを特徴とする請求項10に記載の電気泳動表示装置。
- 【請求項12】 前記第1電極の一部が、前記傾斜面に

沿うように配置された、

ことを特徴とする請求項10又は11に記載の電気泳動表示装置。

【請求項13】 前記傾斜面に沿うように配置された前記第1電極の一部と前記第2電極とが所定間隙を開けた状態に配置され、かつ、該第1電極の一部と前記第2電極との間に絶縁層が配置された、

ことを特徴とする請求項12に記載の電気泳動表示装置。

【請求項14】 前記第1電極の有効表示面積が前記第2電極の有効表示面積よりも小さい場合、前記第2電極から所定間隙を開けた状態に配置される第1電極の一部は、該第2電極よりも前記第2基板の側に配置された、ことを特徴とする請求項13に記載の電気泳動表示装置。

【請求項15】 前記第2電極の有効表示面積が前記第1電極の有効表示面積よりも小さい場合、前記第2電極から所定間隙を開けた状態に配置される第1電極の一部は、該第2電極よりも前記第1基板の側に配置された、ことを特徴とする請求項13に記載の電気泳動表示装置。

【請求項16】 前記第1電極は、前記第2基板の方に突出する突起部を有する、

ことを特徴とする請求項1乃至15に記載の電気泳動表示装置。

【請求項17】 前記突起部の先端が、前記第2電極における第1基板側先端よりも前記第2基板に近接してなる、

ことを特徴とする請求項16に記載の電気泳動表示装置。

【請求項18】 前記第1電極又は前記第2電極は光を反射する材料にて形成された、

ことを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項19】 前記第2電極は絶縁層にて覆われた、ことを特徴とする請求項1乃至18のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項20】 前記第2電極支持体が透明な材料にて形成されてなる、

ことを特徴とする請求項1乃至19のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項21】 前記第1電極又は前記第2電極に沿うように光散乱層が配置された、

ことを特徴とする請求項1乃至20のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項22】 前記第2基板の側から画素を見た場合において、前記第1電極及び前記第2電極のいずれか一方の電極が占める面積が、他方の電極が占める面積よりも小さい、

ことを特徴とする請求項1乃至21のいずれか1項に記

載の電気泳動表示装置。

【請求項23】 前記第1電極又は前記第2電極にはスイッチング素子が接続されてなる、

ことを特徴とする請求項1乃至22のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項24】 前記第1基板及び前記第2基板はフレキシブルなフィルム状のもので形成されてなる、

ことを特徴とする請求項1乃至23のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項25】 前記着色帯電泳動粒子が黒色である、ことを特徴とする請求項1乃至24のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項26】 前記着色帯電泳動粒子の粒径は0.01 $\mu$ m～100 $\mu$ mである、

ことを特徴とする請求項1乃至25のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項27】 前記着色帯電泳動粒子の粒径は0.1 $\mu$ m～10 $\mu$ mである、

ことを特徴とする請求項26に記載の電気泳動表示装置。

【請求項28】 所定間隙を開けた状態に配置された第1基板及び第2基板と、これらの基板の間隙に配置された絶縁性液体及び複数の着色帯電泳動粒子と、これらの絶縁性液体及び着色帯電泳動粒子の近傍に配置された第1電極及び第2電極と、を備えた電気泳動表示装置の駆動方法であって、

前記第1電極は、各画素の画素中央部に前記第1基板に沿うように配置し、

前記第2電極は、それぞれの画素における第1電極の電気力線を遮ると共に前記第2基板の側から画素を見た場合に一定の面積を占めるように基板に対して傾斜した状態に各画素の画素周辺部に配置し、

各画素の第2電極を同電位に保持した状態で、前記第1電極の電位は前記第2電極の電位よりも小さく、或いは大きくする、

ことを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項29】 各画素の第2電極は接地電位に短絡されている、

ことを特徴とする請求項28に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項30】 複数の凹部を有すると共に第2電極を支持する第2電極支持体を形成し、絶縁性液体及び複数の着色帯電泳動粒子を前記凹部に充填し、該凹部の近傍に第1電極を配置し、前記第2電極支持体を挟持するように第1基板及び第2基板を配置することにより電気泳動表示装置を製造する電気泳動表示装置の製造方法であって、

前記第2電極支持体は、成型型にて導電層及び絶縁層を硬化させて形成すると共に、該絶縁層と前記第1基板とが近接するように配置して該導電層を前記第2電極と

し、

前記第1電極は、前記第1基板の近傍にメッキ法により形成した、

ことを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項31】 前記第2電極支持体は、導電材料を前記成型型に配置して硬化させて前記導電層を形成し、その後、絶縁材料を前記成型型に配置して硬化させて前記絶縁層を形成することにより、少なくとも2層に形成してなる、

ことを特徴とする請求項30に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項32】 前記第2電極支持体は、導電材料と絶縁材料とを前記成型型に配置し、それらの導電材料と絶縁材料とを2層に分離させ、その後、それらの材料を硬化させる、

ことを特徴とする請求項30に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項33】 前記第1電極は、前記第2電極支持体の凹部内面であって前記絶縁層の表面に、化学メッキ処理と電気メッキ処理とによって形成する、

ことを特徴とする請求項30乃至32のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項34】 前記第1電極は、金属箔を貼り電気メッキ処理を施すことにより前記絶縁層の表面に形成する、

ことを特徴とする請求項30乃至32のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項35】 前記第1電極は、前記第1基板の表面に形成し、

その後、前記第1基板と前記第2電極支持体とを組み付ける、

ことを特徴とする請求項30乃至32のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項36】 前記第2電極支持体の凹部内面であって前記導電層の表面にメッキ処理を施す、

ことを特徴とする請求項30乃至35のいずれか1項に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項37】 前記成型型には大きな第1突起部が複数併設され、小さな第2突起部が各第1突起部の先端部に配置され、

前記第2電極支持体の形成に際しては、前記第1突起部がほぼ埋没する深さにまで導電材料を配置して前記導電層を形成し、その後、前記第2突起部がほぼ埋没する深さにまで絶縁材料を配置して前記絶縁層を形成する、

ことを特徴とする請求項30に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項38】 所定間隙を開けた状態に配置された第1基板及び第2基板と、これらの基板の間隙に配置された絶縁性液体及び複数の着色帯電泳動粒子と、これらの絶縁性液体及び着色帯電泳動粒子の近傍に配置された第

1電極及び第2電極と、を備え、これらの電極の間に電圧を印加して着色帯電泳動粒子を移動させることに基き種々の表示を行う電気泳動表示装置であって、

前記第1電極は、各画素の画素中央部であって前記第1基板に近接するように配置され、

画素と画素とを仕切るように前記第1基板及び前記第2基板の間に第2電極支持体が配置され、

該第2電極支持体は、前記第1基板の側に形成された絶縁層と、前記第2基板の側に形成された第2電極と、によって構成されてなる、

ことを特徴とする電気泳動表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、帯電泳動粒子を移動させて表示を行う電気泳動表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、帯電泳動粒子を移動させて表示を行う電気泳動表示装置については種々の構造のものが提案されている。以下、この電気泳動表示装置について説明する。

【0003】情報機器の発達に伴い、各種情報のデータ量は拡大の一途をたどり、情報の出力も様々な形態を持ってなされている。

【0004】情報を出力する方法としては、一般に、

① CRTや液晶パネルなどのディスプレイ装置によって表示する方法

② プリント装置などを用いて紙へハードコピーすることによって表示する方法に大別できる。

【0005】ここで、①のディスプレイ装置の内液晶パネルは、消費電力が少なく、かつ薄型であるという特徴を有して近年は脚光を浴びてはいるものの、画面を見る角度や反射光の影響を受けて画面上の文字が見づらくなり、光源のちらつき・低輝度等から生じる視覚へ負担が、未だ十分に解決されていないという問題もある。

【0006】他方のCRTは、コントラストや輝度が液晶パネルと比べて優れてはいるものの、ちらつきが発生するという点において、②のハードコピー表示と比較した場合、十分な表示品位があるとはいえない。また装置が大きく重いため携帯性が極めて低いという問題もある。

【0007】また、上記②のハードコピーは、当初は、ディスプレイ装置の普及によって不要になるものと考えられていたが、実際には頻繁に利用されている。その理由としては次のような理由を挙げることができる。すなわち、第1に、ディスプレイ装置の場合、上述のように視覚への負担が十分に解決されていないばかりでなく、解像度が低く（最大でも120dpi程度）、ハードコピーの方が優れている（300dpi以上）という点を挙げることができる。第2に、ディスプレイ装置の場合には画面に表示される情報しか見ることができないのに

対して、ハードコピーの場合には複数のものを並べて見比べたり、複雑な機器操作を行わずに並べ替えたり、順に確認していくことができる点を挙げることができる。第3に、ハードコピーは、表示を保持するためのエネルギーは不要であり、情報量（すなわち、ハードコピーの枚数）が極端に多くない限り持ち運びができて、何時でもどこでも情報を確認することができるという点を挙げることができる。

【0008】ハードコピーは、動画表示や頻繁な書き換えなどが要求されない状況下においては、以上説明したように、ディスプレイ装置に比べて未だ大きな利点を有してはいるが、反面、紙を大量に消費するという問題もある。

【0009】そこで、近年においては、リライタブル記録媒体（鮮明な画像を繰り返し記録し消去できる媒体であって、表示の保持にエネルギーを必要としないもの）の開発が盛んに進められている。こうしたハードコピーの持つ特性を継承した書き換え可能な第3の表示方式をペーパーライクディスプレイと呼ぶことにする。

【0010】ペーパーライクディスプレイの必要条件は、書き換え可能であること、表示の保持にエネルギーを要さないか若しくは十分に小さいこと（メモリー性）、携帯性に優れること、表示品位が優れていること、などである。現在、ペーパーライクディスプレイとみなせる表示方式としては、例えば、サーマルプリンターヘッドで記録・消去する有機低分子・高分子樹脂マトリックス系（例えば、特開昭55-154198、特開昭57-82086）を用いた可逆表示媒体を挙げることができる。このような媒体は一部プリペイドカードの表示部分として利用されているが、コントラストが余り高くないことや、記録・消去の繰り返し回数が150～500回程度と比較的少ないなどの課題を有している。

【0011】またペーパーライクディスプレイへの利用が期待される表示方式として、Harold D. Lees等により発明された電気泳動表示装置（米国特許USP3612758公報）が知られている。他にも、特開平9-185087号公報に電気泳動表示装置が開示されている。

【0012】この種の電気泳動表示装置は、所定間隙を開けた状態に配置された一対の基板と、これらの基板の間に充填された絶縁性液体と、該絶縁性液体に分散された多数の着色帯電泳動粒子と、該絶縁性液体を挟み込むように配置された一対の電極と、を備えており、絶縁性液体及び着色帯電泳動粒子はそれぞれ異なる色に着色されている。このような装置においては、電極へ印加する電圧極性を変えた場合には、着色帯電泳動粒子が手前側（観察者側）の電極に吸着されたり、他側の電極に吸着されたりするが、着色帯電泳動粒子が手前側の電極に吸着されている場合には該粒子の色が視認され、着色帯電泳動粒子が他側の電極に吸着されている場合には絶縁性

液体の色が視認されることとなる。したがって、印加電圧の極性を画素毎に制御することにより、種々の画像を表示することができる。

【0013】しかしながら、このような電気泳動表示装置では、着色帯電泳動粒子が画素から画素へ自由に移動できるようになっていたため、分布密度が均一にならず、表示品質が悪くなるという問題があった。

【0014】かかる問題を解決するものとして、画素と画素とを仕切るように隔壁を配置し、帯電泳動粒子の移動を阻止するようにした表示装置が、特開昭59-171930号公報や特開平01-196094号公報に開示されている。

【0015】ところで、上述のようなタイプの電気泳動表示装置の場合には、発色材（染料やイオンなどの発色材）を着色のために絶縁性液体に混入させておく必要があるが、該発色材に起因した電荷の授受が発生してしまい、着色帯電泳動粒子の電気泳動動作に悪影響を及ぼし、表示装置としての性能や寿命、安定性を低下させる場合があった。

【0016】かかる問題を解決するものとして、図27に示すタイプの電気泳動表示装置が特公平6-52358号公報に、図28に示すタイプの電気泳動表示装置が特開昭49-024695号公報や特開平11-202804号公報に開示されている。

【0017】ここで、図27に示すタイプの電気泳動表示装置は、円錐形状の凹部126aを多数有する分離部材126を備えており、各凹部126aには、透明な絶縁性液体2と着色帯電泳動粒子3とが充填されている。そして、この分離部材126に封止部材127が接着されることにより凹部126aが密封されており、封止部材127の側には各凹部に対応する位置に電極125が配置され、反対側には共通電極124が配置されている。このような電気泳動表示装置では、共通電極124に一定の電位（基準電位）を与えている状態で電極125に印加する電位を画素ごとに変えることにより、着色帯電泳動粒子3を電極125の側、或いは共通電極124の側に移動させることができる。各凹部126aは円錐形状であるため、共通電極124側に帯電泳動粒子3が集まった場合は電極125側に集まった場合よりも表示面側から見た帯電泳動粒子3の覆う面積が小さくなる。したがって、電極125側に帯電泳動粒子3が集まったセルは帯電泳動粒子3の色が支配的に見え、共通電極124側に帯電泳動粒子3が集まったセルは帯電泳動粒子3以外の分離部材126または共通電極124の色が支配的に見えることになり、この変化を利用して表示を行う。

【0018】図28に示すタイプの電気泳動表示装置は、所定間隙を開けた状態に配置された一対の基板1a、1bを備えており、これらの基板1a、1bの間隙には絶縁性液体2と多数の着色帯電泳動粒子3とが挟持

されている。また、各画素は隔壁36により仕切られており、各画素には一対の電極34、35が配置されている。これらの一対の電極34、35は、上述のタイプのように絶縁性液体2を挟み込むように配置されているのではなく、一方の基板1aに沿うように並べて配置されている。かかる電気泳動表示装置において絶縁性液体2は透明であって、一対の電極34、35には異なる色が付されていて、いずれか一方の色を着色帯電泳動粒子3の色と一致させてある。例えば一方の電極（第1表示電極34とする）の色を黒色、他方の電極（第2表示電極35とする）の色を白色、着色帯電泳動粒子3の色を黒色とすると、着色帯電泳動粒子3は第1表示電極34、第2表示電極35へ印加する電圧に応じて水平に（基板に沿う方向に）移動し、着色帯電泳動粒子3が第1表示電極34上に分布する場合には、第2表示電極35が露出し白色を呈し、着色帯電泳動粒子3が第2表示電極35上に分布する場合には着色帯電泳動粒子3の色である黒色を呈す。したがって、印加電圧を画素毎に制御することにより、種々の画像を表示することができる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したいずれのタイプの電気泳動表示装置であっても、各画素の電気力線が隣の画素にまで漏れ出てしまつて帯電泳動粒子3の移動に影響を与え、表示の乱れやコントラストの低下を引き起こして画質を悪くしてしまうという問題があった。図29は、図27に示すタイプの電気泳動表示装置において電気力線が漏れ出ている状態を示す模式図であり、図30は、帯電泳動粒子の移動状態を示す模式図である。この画素間干渉現象は、画素間の距離が短くなり、隣接画素の影響が無視できなくなる高精細表示において特に問題になる。

【0020】一方、図28に示すタイプの電気泳動表示装置においては、画素と画素とを仕切るための隔壁36は表示部の一部の面積を有するが、その隔壁36の幅を小さくするには限界があり、高精細表示において観察者側から見た場合、その隔壁36が妨げになり、開口率およびコントラストが低下させることになる。

【0021】そこで、本発明は、電気力線漏れに伴う画質の低下を防止する電気泳動表示装置を提供することを目的とするものである。

【0022】また、本発明は、そのような電気泳動表示装置の製造方法及び駆動方法を提供することを目的とするものである。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は上記事情を考慮してなされたものであり、所定間隙を開けた状態に配置された第1基板及び第2基板と、これらの基板の間隙に配置された絶縁性液体及び複数の着色帯電泳動粒子と、これらの絶縁性液体及び着色帯電泳動粒子の近傍に配置された第1電極及び第2電極と、を備え、これらの電極

の間に電圧を印加して着色帯電泳動粒子を移動させることに基き種々の表示を行う電気泳動表示装置において、前記第1電極は、各画素の画素中央部に前記第1基板に沿うように配置され、前記第2電極は、それぞれの画素における第1電極の電気力線を遮ると共に前記第2基板の側から画素を見た場合に一定の面積を占めるように基板に対して傾斜した状態に各画素の画素周辺部に配置され、かつ、各画素の第2電極は同電位になるように構成されている、ことを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0025】（第一の実施の形態）まず、本発明の第一の実施の形態について、図1乃至図10に沿って説明する。

【0026】本発明に係る電気泳動表示装置は、図1に符号D<sub>1</sub>で示すように、所定間隙を開けて配置された第1基板1a及び第2基板1bを備えており、これらの基板1a、1bの間隙には絶縁性液体2と複数の着色帯電泳動粒子3とが配置されている。また、各画素の画素中央部（すなわち、第2基板1bの側から画素を見た場合の中央部であって符号A<sub>1</sub>で示す部分）には前記第1基板1aに沿うように第1電極4が配置されており、各画素の画素周辺部（すなわち、第2基板1bの側から画素を見た場合の周辺部であって符号A<sub>2</sub>で示す部分）には第2電極5が配置されている。各画素の第2電極5は、図2(a)に示すように、それぞれの画素における第1電極4の電気力線Bを遮る（正確には、電気力線Bが他の画素に漏れ出るのを遮るという意味）と共に前記第2基板1bの側から画素を見た場合に一定の面積を占めるように基板1a、1bに対して傾斜した状態に配置されており、しかも、（各画素の第2電極5は）同電位になるように構成されている。そして、各画素の第2電極5を一定電位（基準電位）に保持した状態で、第1電極4の電位を画素毎に変化させる（すなわち、基準電位よりも大きい電位を印加したり、基準電位よりも小さい電位を印加する）ことによって前記着色帯電泳動粒子3を移動させ、全体として画像表示を行うようになっている。なお、前記第2基板1bの側から画素を見た場合において、第1電極4及び第2電極5のいずれか一方の電極が占める面積が他方の電極が占める面積よりも小さくなるようにすると良い。例えば、第1電極4が占める面積は、画素の1/2～1/10程度にすると良い。

【0027】ここで、上述した第1電極4は第1基板1aの表面に形成すると良い。

【0028】また、前記一對の基板1a、1bの間隙に第2電極支持体6を配置し、この第2電極支持体6によって前記第2電極5を上述のような姿勢に支持すると良い。具体的には、第2電極支持体6によって傾斜面（画素中央部A<sub>1</sub>では第1基板1aに近接し、画素周辺部A

2では第2基板1bに近接するような表示面）6aを各画素に形成し、その傾斜面6aに前記第2電極5を形成すると良い。この場合、第2電極支持体6によって画素と画素とを仕切るようにしても良い。かかる場合、第2電極支持体6と基板1a、1bとによって閉鎖された空隙部Cが形成されるが、該空隙部Cの厚み寸法は画素中央部A<sub>1</sub>で大きく、画素周辺部A<sub>2</sub>にいくほど小さくなる。別の言葉で表現すると、前記空隙部Cを基板1a、1bに沿った面（仮想面）にて切断した場合の切断面を、第1基板1aに近い側では小さく、第2基板1bから離れる程大きくするように設定すると良い。かかる空隙部Cは、円錐形状としても良く、四角錐や五角錐等の角錐形状としても、円錐台形状（図3参照）や角錐台形状としても良い。また、円錐形状や角錐形状や円錐台形状や角錐台形状とした場合にはその傾斜面の傾斜角は一定である（つまり、第1基板1aから第2基板1bにかけて一定角で傾斜する）が、これに限るものではなくて、半球状やすり鉢状（図4参照）のように傾斜角が変化するようにしても良い。さらには、図5に示すように、第2電極5の部分だけに傾斜面16aを形成し、画素中央部A<sub>1</sub>には、基板1a、1bに対して垂直な孔部16bを形成しても良い。またさらには、図31に示すように、第2電極支持体136には、画素周辺部（すなわち、第2電極5が配置される部分）に傾斜面136aを形成し、画素中央部に略平坦面を形成しても良い（つまり、第1電極134が配置される部分は第1基板1aに沿った略平坦面としても良い）。また、図6に符号26bで示すように、第2電極支持体26の頂部を平らにして、第2基板1bとの接触面を確保するようにしても良い。

【0029】なお、図31のような構成（すなわち、第2電極5の部分に傾斜面136aを形成し画素中央部を略平坦面にする構成）の場合、第1電極134の一部（符号134a参照）を該傾斜面136aに沿うように配置すると良い。このようにすることにより、第1電極近傍に堆積可能な帯電泳動粒子数を増やし、第1電極近傍に帯電泳動粒子を吸着させた際に観察者によって視認される有効表示面積を小さくすることができ、結果として表示コントラストを向上させることができる。かかる場合、1つの画素の第1電極134のうち、傾斜面136aに沿うように配置された部分134aが占める面積は5%以上にすると良い。

【0030】ところで、図31に示す電気泳動表示装置では、第1電極端部134aと第2電極5とは、第2電極支持体136の表面にほぼ沿うように、それらの端部が突き合わされるように配置されているが、図32に示すように、前記傾斜面136aに沿うように配置された前記第1電極の一部134aが（前記第2電極5の端部に突き合わされるのではなくて）前記第2電極5に沿うように（つまり、第1電極の一部134aと第2電極5



の一部とが所定間隙を開けた状態に)配置されていると良い。その場合、該第1電極の一部134aと前記第2電極5との間に絶縁層140を配置して電氣的ショートが発生を防止すると良い。

【0031】なお、図32に示すように、前記第1電極134の有効表示面積を前記第2電極5の有効表示面積よりも小さくする場合、符号134aで示す部分(すなわち、前記第2電極5から所定間隙を開けた状態に配置された第1電極の一部134a)は、該第2電極5よりも前記第2基板1bの側に(つまり、絶縁性液体2に近接する側に)配置すると良い。逆に図33に示すように、前記第2電極155の有効表示面積を前記第1電極154の有効表示面積よりも小さくする場合、前記第2電極に沿うように配置された第1電極の一部154aは、該第2電極155よりも前記第1基板1aの側に(つまり、絶縁性液体2から離れる側に)配置すると良い。そのようにすることにより、駆動電圧の低下と表示の安定化が図られる傾向がある。

【0032】また、図34に示すように、第1電極164には、第2基板1bの方に突出する突起部164aを形成しても良い。この突起部164aは第1電極164の中央部に設けると良い。このように、第1電極164が突起部164aを持つことで駆動電圧の低下が図られる傾向がある。さらに、前記突起部164aの先端(第2基板1b側の先端)が、前記第2電極における第1基板側先端(図34に符号5aで示す部分)よりも前記第2基板1bに近接してなるようにすると良い。

【0033】ところで、各画素の第2電極5は、それぞれの画素における第1電極4の電気力線Bを遮るように配置しておく必要があるが、そのためには第1電極4を囲繞するように(例えば、図1(b)に示すように、観察者側から見た場合において第1電極4を囲繞するように)配置しておくことと良い。例えば、空隙部Cを四角錐形状とする場合には空隙部Cに4つの傾斜面が形成されるが(図1(b)参照)、全ての傾斜面に第2電極5を形成すると良い。1つの画素における第2電極5どうしを電氣的に接続しておくことと良く、さらには、隣接される画素において第2電極5どうしを電氣的に接続しておくことと良い。各画素の第2電極5は、接地電位に短絡させておくことと良い。

【0034】ところで、第1電極4や第2電極5を覆うように絶縁層を配置すると良い。例えば、図1(a)に示すように、第2電極支持体6によって傾斜面6aを形成すると共にその傾斜面6aに前記第2電極5を形成した場合には、各第2電極5を覆うように絶縁層7を配置すると良い。第1電極4や第2電極5を覆うように絶縁層を配置した場合には、これらの電極4、5が着色帯電泳動粒子3に接触することを防止でき、各電極4、5から着色帯電泳動粒子3への電荷注入を防止できる。

【0035】各電極4、5には駆動電圧印加回路(不図

示)を接続して電圧を印加するようにすると良い。アクティブマトリクス方式にする場合には、第1電極4又は第2電極5には、各種の配線や、駆動用集積回路や、薄膜トランジスタ(TFT, Thin Film Transistor)等のスイッチング素子を接続すると良い。

【0036】絶縁性液体2中、あるいは着色帯電泳動粒子3中には、着色帯電泳動粒子3の帯電を制御、安定化させるために荷電制御剤、例えばモノアゾ染料の金属錯塩、サリチル酸、有機四級アンモニウム塩、ニグロシン系化合物などを添加しておくことができる。

【0037】また、着色帯電泳動粒子3同士の凝集を防ぎ分散状態を維持するために、さらに分散剤を絶縁性液体2中に添加してもよい。分散剤としては、燐酸カルシウム、燐酸マグネシウム等の燐酸多価金属塩、炭酸カルシウム等の炭酸塩、その他無機塩、無機酸化物、あるいは有機高分子材料などを用いることができる。

【0038】画素や第1電極4の形状は、図1(b)のものでは正方形であるが、もちろんこれに限られるものではなく、図7に示すような六角形にしても良く、図8(a)(b)に示すような円形にしても良い。なお、図8(a)(b)にて符号26bで示す部分は、図6にて示すような第2電極支持体26の頂部であって、第2基板1bとの接触面に相当する部分である。また、図8(a)よりも図8(b)のほうが細密に画素を配列できる。

【0039】次に、各部品について詳述する。

【0040】第2基板1bには、透明な材料、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリエーテルサルフォン(PES)などのプラスチックや、ガラスを使用すれば良い。また、第1基板1aには、透明な材料(第2基板1bに用いるようなプラスチックやガラス)を用いても良いが、ポリイミド(PI)などの着色しているものも使用できる。これらの基板1a、1bをプラスチック等の樹脂で形成する場合、フレキシブルなフィルム状のものが好ましく、厚さは、50~200 $\mu$ m位のものが好ましい。

【0041】一方、第1電極4には、表示装置の構成によるが、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、クロム(Cr)、炭化チタン等の材料(例えば、光をよく反射する金属)や、インジウム錫酸化物(ITO)などのような透明導電材を使用すると良い。また、第2電極5には、パターニング可能な導電性材料ならばどのようなものを用いても良く、インジウム錫酸化物(ITO)などの透明導電材を使用しても良いが、光をよく反射する金属、例えば、Al、Cr、Agなどを使用しても良い。なお、透明導電材にて第2電極5を形成する場合、その表面に加工を施すことによって光の反射角を制御するようにしてもよい。第1電極4及び第2電極5は色が互いに異なるようにし、一方の色を帯電泳動粒子3の色に一致させると良い。例えば、着色帯電泳動粒子3を



黒、第1電極4を黒、第2電極5を白としたり、着色帯電泳動粒子3を黒、第1電極4を白、第2電極5を黒としたりすると良い。なお、カラー表示したい場合には、

- ・ 着色帯電泳動粒子3を黒色とし、
- ・ 隣接する3つの画素において、第1電極4及び第2電極5の一方の電極を黒色とし、
- ・ 他方の電極は、1つ目の画素では赤色とし、2つ目の画素では緑色とし、3つ目の画素では青色、にすると良い。かかる場合、

- ・ 電極自体を着色しても、
- ・ 図9(a)に示すように、第2電極5の手前側(観察者側)に光散乱層(着色した層)8aを設けても、図9(b)に示すように、第1電極4の手前側(観察者側)に光散乱層(着色した層)8bを設けても、或いは両方の光散乱層8a、8bを設けても、
- ・ 電極4、5を透明にすると共に、電極の後ろ側に光散乱層を設けても、良い。

【0042】絶縁性液体2には透明なものを用いる。例えば、イソパラフィン、シリコンオイル及びキシレン、トルエン等非極性溶媒を使用できる。

【0043】着色帯電泳動粒子3には、着色されていて絶縁性液体2中で帯電する材料、各種の無機、有機顔料、カーボンブラックあるいはそれらを含む樹脂、を使用する。粒子の粒径は通常 $0.01\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 程度のものを使用できるが、好ましくは、 $0.1\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ 程度のものを用いる。

【0044】第2電極支持体6、16、26には、プラスチック材料(アクリル樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂など)やガラスなどの透明な材料を用いても、所望の色に着色された材料を用いても、プラスチックやガラスに無機酸化物顔料(酸化チタン、酸化亜鉛、酸化アルミニウムなど)や染料を混ぜ合わせて着色化、光散乱化させたものを用いても良い。

【0045】絶縁層7には、薄膜でもピンホールが形成されにくく、低誘電率の材料を用いると良く、具体的には、アモルファスフッ素樹脂、高透明ポリイミド、PET等が好ましい。また、その膜厚は $1\mu\text{m}$ 程度以下が好適である。

【0046】次に、図1乃至図6に示すような第2電極支持体6、16、26を形成する方法について図10を参照して説明する。

【0047】このような第2電極支持体を形成するには、

- ・ 特定の材料(セル形成材料)を基板に塗布し、
- ・ その材料に成型型Eを押し付け(図10(b)参照)、
- ・ セル形成材料層を硬化させる。

【0048】その方法はセル形成材料層の材質に応じて異なる。すなわち、セル形成材料に熱可塑性材料を使用した場合は、加熱して可塑性した後、型を押し付け、冷

却後型を剥離する。重合型樹脂の場合は、熱、光照射あるいは経時によって固化した後剥離する。押し付ける際、好ましくは雰囲気真空あるいは減圧にして空気がセル形成材料と型の間に残らないようにする。

【0049】なお、成型型Eの作製は、化学的に型を形成してもよいし、機械加工等によって型を形成してもよい。これらの型をローラーの表面に形成することによって、ロールタイプのシート状基板に、ローラーを用いて連続成型を行うことも可能である。

【0050】次に、本発明に係る電気泳動表示装置の駆動方法について図2(a)(b)に沿って説明する。

【0051】いま、各画素の第2電極5を一定電位(基準電位)に保持した状態で、第1電極4の電位を画素毎に変化させる(すなわち、基準電位よりも大きい電位を印加したり、基準電位よりも小さい電位を印加する)。その電位に応じて、第1電極4から第2電極5に向けて、或いは第2電極5から第1電極4に向けて電気力線Bが発生し(図2(a)参照)、帯電泳動粒子3は、その帯電極性と電気力線Bの方向とに基き、第1電極4又は第2電極5を覆う位置まで移動する(同図(b)参照)。

【0052】帯電泳動粒子3が第2電極5を覆っている画素では、前記第2基板1bの側からは帯電泳動粒子3の色と第1電極4の色とが視認され、帯電泳動粒子3が第1電極4を覆っている画素では、前記第2基板1bの側からは帯電泳動粒子3の色と第2電極5の色とが視認される。したがって、帯電泳動粒子3や各電極4、5の色を上述のような関係に設定しておいた場合、各画素における帯電泳動粒子3の位置によって全体として画像を表示できる。なお、第1電極4が占める面積の方を第2電極5が占める面積よりも小さくしている場合、帯電泳動粒子3が第2電極5を覆っている画素では(第1電極4はほとんど視認されずに)主として帯電泳動粒子3の色のみが視認され、帯電泳動粒子3が第1電極4を覆っている画素では(帯電泳動粒子3はほとんど視認されずに)主として第2電極5の色のみが視認されることとなる。

【0053】ここで、各画素の第2電極5は、図2(a)に示すように、それぞれの画素における第1電極4の電気力線Bを遮るように配置されているため、他の画素にまで電気力線が漏れ出ることはない。

【0054】次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0055】本実施の形態によれば、各画素において、第1電極4は第1基板1aに沿うように配置され、第2電極5は基板1a、1bに対して傾斜した状態に配置されている。したがって、各画素を前記第2基板1bの側から見た場合に、一定の面積を第1電極4が占め、一定の面積を第2電極5が占めることとなる。このため、各画素の電極に適切な電圧を印加することにより前記着色帯電泳動粒子3を移動させ、全体として画像表示を行う

ことができる。

【0056】また、本実施の形態によれば、各画素の第2電極5は、画素周辺部A<sub>2</sub>にて第1電極4の電気力線Bを遮るように配置され(図2(b)参照)、しかも同電位に保持されている。したがって、その電気力線Bが隣の画素に漏れ出ることを防止でき(すなわち、隣接する画素の電界をシールドするシールド電極として機能し)、各画素の帯電泳動粒子3の移動はその画素の第1電極4のみによって正確に制御でき、品質の良い表示を行うことができる。

【0057】一方、第2電極支持体6、16、26によって画素と画素とを仕切るようにした場合には、帯電泳動粒子3が他の画素へ移動することを防止でき、良好な表示が可能となる。かかる場合、この第2電極支持体によって、第2電極5の支持機能と帯電泳動粒子3の移動防止機能の両方を達成でき、それらの機能を別々の部品にて達成する場合に比べて部品点数を少なくできる。

【0058】また、第1電極4と傾きをもつ第2電極5の間に生じる電界が、着色帯電泳動粒子3の移動方向に効果的に作用するため、駆動電圧を低くできる。そのため、表示装置の消費電力が小さくなり、かつ表示装置の駆動回路において、耐圧の低いトランジスタ等の電気部品を使用することができるため、生産コストを低くすることができる。

【0059】(第二の実施の形態)次に、本発明の第二の実施の形態について、図15等に沿って説明する。

【0060】本実施の形態に係る電気泳動表示装置は、図15に符号D<sub>9</sub>で示すように、所定間隙を開けた状態に配置された第1基板1a及び第2基板1bを備えており、これらの基板1a、1bの間隙には第2電極支持体56が配置されている。

【0061】この第2電極支持体56は、画素と画素とを仕切るように配置されていて、各画素に対応する部分には凹部(図16(b)の符号56a参照)が形成されている。この凹部56aの厚み寸法は画素中央部A<sub>1</sub>で大きく、画素周辺部A<sub>2</sub>にいくほど小さくなるように設定されていると良い。かかる凹部56aは、円錐形状としても良く、四角錐や五角錐等の角錐形状としても、円錐台形状や角錐台形状としても良い。また、円錐形状や角錐形状や円錐台形状や角錐台形状とした場合にはその傾斜面の傾斜角は一定である(つまり、第1基板1aから第2基板1bにかけて一定角で傾斜する)が、これに限るものではなくて、半球状やすり鉢状のように傾斜角が変化するようにしても良い。さらには、図24(b)(e)に示すように、大きな第1凹部66a<sub>1</sub>と小さな第2凹部66a<sub>2</sub>とによって各凹部66aを形成しても良い(詳細は後述)。

【0062】この第2電極支持体56は、前記第1基板1aの側に形成された絶縁層56bと、前記第2基板1bの側に形成された第2電極56cと、によって構成さ

れている。

【0063】一方、各画素の画素中央部(すなわち、第2基板1bの側から画素を見た場合の中央部であって符号A<sub>1</sub>で示す部分)であって前記第1基板1aに近接する部分には第1電極54が配置されている。図15に示す電気泳動表示装置では第1電極は各凹部56aの内面であって絶縁層56bの表面に配置されているが、

・ 図19に符号64で示すように、表示面形成体56の凹部の最深部に配置しても良く、

・ 図21に符号74で示すように、第2電極支持体56に支持させるのではなくて第1基板1aに支持させても、良い。

【0064】本実施の形態においては、第2電極支持体56を上述のようにした場合(すなわち、前記第2基板1bの側に第2電極56cを配置し、凹部56aの厚み寸法が画素中央部A<sub>1</sub>で大きく、画素周辺部A<sub>2</sub>にいくほど小さくなるように設定した場合)、第2電極56cは、

・ 各画素の画素周辺部(すなわち、第2基板1bの側から画素を見た場合の周辺部であって符号A<sub>2</sub>で示す部分)であって、

・ それぞれの画素における第1電極54の電気力線を遮る位置であって、

・ 前記第2基板1bの側から画素を見た場合に一定の面積を占めるように(第2電極56cの表面が)基板1a、1bに対して傾斜した状態に配置されることとなる。この場合、各画素の第2電極56cは、第1電極54を囲繞するように(例えば、第2基板1bの側から見た場合において第1電極54を囲繞するように)配置しておくとして良い。

【0065】ところで、上述した基板1a、1bの間隙であって第2電極支持体56の凹部56aには絶縁性液体2や複数の着色帯電泳動粒子3が配置されている。つまり、第1電極54及び第2電極56cは絶縁性液体2や複数の着色帯電泳動粒子3の近傍に配置されることとなる。

【0066】そして、各画素の第2電極56cを一定電位(基準電位)に保持した状態で、第1電極54の電位を画素毎に変化させる(すなわち、基準電位よりも大きい電位を印加したり、基準電位よりも小さい電位を印加することによって前記着色帯電泳動粒子3を移動させ、全体として画像表示を行うようになっている。

【0067】次に、本実施の形態に係る電気泳動表示装置の製造方法について、図16を参照して説明する。

【0068】電気泳動表示装置を製造するには、以下の工程を適当な順序で実施すると良い。

・ 上述の構成(すなわち、各画素に対応する部分に凹部56aを有し、絶縁層56bと第2電極56cとからなる構成)をした第2電極支持体を形成する工程(図16(a)(b))

・ 各凹部56aに絶縁性液体2及び複数の帯電泳動粒子3を充填する工程

・ 各凹部56aの近傍であって第1基板1aの近傍に第1電極54をメッキ法により形成する工程(図16(c)~(e))

・ 前記第2電極支持体56を挟持するように第1基板1a及び第2基板1bを配置する工程

【0069】ところで、第2電極支持体56を形成するには、図18に示すように、各画素に対応する部分に凸部50aを有する成型型50を使用し、この成型型50にて導電層56c及び絶縁層56bを硬化させると良い。具体的方法としては、

・ 導電材料を前記成型型50に配置して硬化させて前記導電層56cを形成し、その後、絶縁材料を前記成型型50に配置して硬化させて前記絶縁層56bを形成することにより、少なくとも2層に形成する方法や(図16(a)参照)、

・ 導電材料と絶縁材料とを混合された状態に前記成型型50に配置し(図20(a)参照)、それらの導電材料と絶縁材料とを2層に分離させ、その後、それらの材料を硬化させる方法、を挙げることができる。なお、凹部を図24に示す形状(すなわち、大きな第1凹部66a<sub>1</sub>と小さな第2凹部66a<sub>2</sub>とからなる形状)にするには、図25に示す形状の成型型90、すなわち、大きな第1突起部91が複数併設され、小さな第2突起部92が各第1突起部91の先端部に配置された形状の成型型90を使用すると良く、

・ 前記第1突起部91がほぼ埋没する深さにまで導電材料を配置して前記導電層66cを形成し、

・ その後、前記第2突起部92がほぼ埋没する深さにまで絶縁材料を配置して前記絶縁層66bを形成する、と良い。

【0070】また、前記第2電極支持体56を挟持するように第1基板1a及び第2基板1bを配置する際、第1基板1aは、第2電極支持体56の絶縁層56bの側に配置し、第2基板1bは、第2電極支持体56の導電層56cの側に配置する。

【0071】さらに、第1電極を形成する具体的方法としては次のようなものがある。すなわち、

・ 前記第2電極支持体56の凹部内面であって前記絶縁層56bの表面に、化学メッキ処理と電気メッキ処理とによって形成する方法。

・ 図20(c)に示すように金属箔61を貼り電気メッキ処理を施すことによって前記絶縁層56bの表面に形成する方法。

・ 第2電極支持体56の側に形成するのではなくて第1基板1aの側に形成し、その後、前記第1基板1aと前記第2電極支持体56とを組み付ける方法。この場合、第2電極支持体56の絶縁層56bには各凹部56aに対応する位置に貫通孔(図20(b)の符号56d参

照)を形成しておくと共に、第1電極の形状は貫通孔56dよりも細い棒状とし(図21の符号74参照)、前記第1基板1aと前記第2電極支持体56とを組み付けた際に第1電極74が各凹部56aに入り込むようにすると良い。

【0072】一方、前記第2電極支持体56の凹部内面であって前記導電層56bの表面にメッキ処理を施すと良い。

【0073】

【実施例】以下、実施例に沿って本発明を更に詳細に説明する。

【0074】(実施例1)本実施例では、図11及び図12に示す構造の電気泳動表示装置D<sub>1</sub>を作製した。すなわち、第1表示電極(第1電極)4は後方基板(第1基板)1aの表面であって各画素中央部に正方形状となるように形成した。また、一对の基板1a、1bの間隙には、画素と画素とを仕切るように表示面形成体(第2電極支持体)6を形成し、各画素には四角錐状の空隙部を形成した。画素は、120μm×120μmの正方形状とし、画素数は9(=3×3)とした(図12参照)。なお、画素面積に対する第1表示電極4の割合は約1/4とした。

【0075】そして、この表示面形成体6の4つの傾斜面6aには、第2表示電極5をそれぞれ形成した。各第2表示電極5は、略台形状状であって、第1表示電極4を囲繞するように配置されることとなる。1つの画素において第2表示電極5どうしは電氣的に接続しており、また、隣接される画素相互においても第2表示電極5どうしは電氣的に接続している。なお、これらの第2表示電極5は接地電位に短絡させた。これにより、各画素の第2表示電極5は、図2(a)に示すように、それぞれの画素における第1表示電極4の電気力線Bを遮ることとなる。

【0076】一方、表示面形成体6の4つの傾斜面6aには、第2表示電極5を覆うように絶縁層7を形成した。

【0077】そして、各画素の四角錐状の空隙部には絶縁性液体2や多数の着色帯電泳動粒子3を配置した。

【0078】また、各表示電極4、5には駆動電圧印加回路や制御電圧印加回路(不図示)を接続した。

【0079】ところで、本実施例では、第1表示電極4として暗黒色の炭化チタンを用い、第2表示電極5としてアルミニウムを用いた。また、後方基板1aには厚さ125μmのポリイミドフィルムを用い、表示基板1bには厚さ125μmのPETフィルムを用いた。さらに、表示面形成体6はPETにて形成し、その厚さ(すなわち、基板間隙寸法)は約60μmとした。また、絶縁層7は厚さ200nmのアモルファスフッ素樹脂にて形成した。さらに、絶縁性液体2にはイソパラフィン(商品名:アイソパー、エクソン社製)を用い、着色帯

電泳動粒子3には、カーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を用いた（粒径は1～2 $\mu$ m程度で、帯電極性は正極性）。イソパラフィンには、荷電制御剤としてコハク酸イミド（商品名：OLOA1200、シェブロン社製）を含有させた。

【0080】次に、電気泳動表示装置の製造方法について図10に沿って説明する。

【0081】まず、後方基板1aの表面に第1表示電極4を形成した（同図(a)参照）。

【0082】次に、この後方基板1aの表面にPET膜を形成し、成形型Eを押し付けて表示面形成体6を形成した。

【0083】その後、表示面形成体6の傾斜面にアルミニウムを成膜し、フォトリソグラフィー及びドライエッチングによりパターニングして第2表示電極5を形成した。

【0084】次に、第2表示電極5を覆うように絶縁層7を形成した。

【0085】最後に、着色帯電泳動粒子3や透明絶縁性

液体2を充填し、表示基板1bにて密封した。

【0086】以上の構成の表示装置に対して、駆動実験を行なった。すなわち、各画素の第2表示電極5を接地電位に保持した状態で、全ての画素の第1表示電極4は-20Vとした。本実施例において着色帯電泳動粒子3は正極性に帯電しているため、第1表示電極4を覆うように移動した。これにより、表示基板1bの側からは第2表示電極5のアルミニウムが認識され、明表示状態となった。

【0087】次に、互いに隣接される画素において第1表示電極4の極性が異なるように電圧を印加し（すなわち、下表の印加電圧1に示すように、各画素の第1表示電極4には+20V、-20V、+20V、…の電圧を印加し）、1秒毎にその極性を切り替えた（すなわち、1秒毎に印加電圧1及び印加電圧2を切り替えた）。これにより、9つの画素はチェッカーパターンを表示した。

【0088】

【表1】

画素	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>
印加電圧1	+20	-20	+20	-20	+20	-20	+20	-20	+20
印加電圧2	-20	+20	-20	+20	-20	+20	-20	+20	-20

【0089】駆動を行った結果、隣接画素に及ぼす電界の影響は見られず、目的とするチェッカーパターンが良好な表示状態で得られ、そのコントラストは1：8であった。

【0090】（比較例）本比較例では図28及び図13に示す電気泳動表示装置を作製した。すなわち、第1表示電極34及び第2表示電極35は後方基板1aに沿うように配置しただけであって、第2表示電極35は電気力線を遮るようには配置されていない。なお、各画素寸法は120 $\mu$ m×120 $\mu$ mとし、画素数は9（=3×3）とした。また、第1表示電極34の面積は画素の約1/4とした。

【0091】セルの製造方法について簡単に説明する。

【0092】表示基板1bには、厚さ125 $\mu$ mのPETフィルムを用い、後方基板1aには厚さ125 $\mu$ mのポリイミドフィルムを用いた。

【0093】まず、後方基板1a上に第2表示電極5としてアルミニウムを成膜し、フォトリソグラフィー及びドライエッチングにより図に示す形状にパターニングした。次に第1表示電極4として暗黒色の炭化チタン膜を成膜し、同様にしてパターニングした。次に、全面にアモルファスフッ素樹脂からなる絶縁層を200nm形成した。

【0094】他方の表示基板1bには隔壁36を形成した。隔壁36は、光感光性エポキシ樹脂を塗布した後、露光及びウェット現像を行うことによって形成し、60 $\mu$ mの高さとした。形成された隔壁36間に絶縁性液体

2及び黒色の着色帯電泳動粒子3を充填した。絶縁性液体2にはイソパラフィン（商品名：アイソパー、エクソン社製）を、着色帯電泳動粒子3には粒径1～2 $\mu$ m程度のカーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を使用した。イソパラフィンには、荷電制御剤としてコハク酸イミド（商品名：OLOA1200、シェブロン社製）を含有させた。このとき着色帯電泳動粒子3は正に帯電した。

【0095】最後に、表示基板1bと後方基板1aを位置合わせを行なった上で重ね合わせて封着し、各電極には駆動電圧印加回路、制御電圧印加回路（不図示）を接続して電気泳動表示装置を作製した。

【0096】このようにして作製した電気泳動表示装置に対して駆動実験を行った。

【0097】すなわち、上記実施例1と同様に、各画素の第2表示電極5を接地電位に保持した状態で全ての画素の第1表示電極4を-20Vとした。しかし、着色帯電泳動粒子3の移動は不十分であり、完全に明表示状態にはならなかった。

【0098】次に、全ての画素の第1表示電極4の電位を-50Vにしたところ、全ての画素において明表示状態となった。

【0099】次に、互いに隣接される画素において第1表示電極4の極性が異なるように電圧を印加し（すなわち、下表の印加電圧1に示すように、各画素の第1表示電極4には+50V、-50V、+50V、…の電圧を印加し）、1秒毎にその極性を切り替えた（すなわち、

1秒毎に印加電圧1及び印加電圧2を切り替えた)。これにより、9つの画素はチェッカーパターンを表示した。

【0100】

【表2】

画素	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$
印加電圧1	+50	-50	+50	-50	+50	-50	+50	-50	+50
印加電圧2	-50	+50	-50	+50	-50	+50	-50	+50	-50

【0101】その結果、いくつかの画素で着色帯電泳動粒子3が隣接する画素の駆動電圧の影響を受けて画素内で偏りを生じ、表示が乱れる場合が見られた。また隔壁36の面積も表示面積に反映し、そのコントラストは1:3であった。

【0102】(実施例2)本実施例では、図14に示すような構造のアクティブマトリクス型の電気泳動表示装置D<sub>8</sub>を作製した。ここで、図14は、本発明に係る電気泳動表示装置の構造の一実施例を示す分解斜視図である。

【0103】後方基板(第1基板)1aの表面には、アルミニウムからなる走査線群40やデータ線群41を形成し、各画素中央部には正方形状に第1表示電極(第1電極)4を形成し、各第1表示電極4の近傍には薄膜トランジスタ42を形成して、これらを電気的に接続した。なお、第1表示電極4の材質は暗黒色の炭化チタン製とし、画素は、100 $\mu$ m×100 $\mu$ mの正方形状とし、画素面積に対する第1表示電極4の割合は約1/3とした。また、後方基板1a及び表示基板1bには厚さ1mmのガラス基板を使用した。

【0104】そして、これらの走査線群40やデータ線群41や第1表示電極4や薄膜トランジスタ42を覆うように表示面形成体(第2電極支持体)6を形成した。この表示面形成体6は、実施例1と同様、形成したPET膜に成型型を押し付けることによって作製した。この表示面形成体6によって各画素には四角錐状の空隙部が形成されると共に、画素と画素とが仕切られることとなった。なお、表示面形成体6の厚さ(すなわち、基板間隙寸法)は約60 $\mu$ mとした。

【0105】その後、表示面形成体6にアルミニウムを成膜し、フォトリソグラフィー及びドライエッチングによりパターンニングして、実施例1と同様の第2表示電極(不図示)を形成した。そして、実施例1と同様、この第2表示電極を覆うように絶縁層を200nm厚のアモルファスフッ素樹脂にて形成した。

【0106】最後に、着色帯電泳動粒子3や透明絶縁性液体2を充填し、表示基板1bにて密封した。なお、実施例1と同様、絶縁性液体2にはイソパラフィン(商品名:アイソパー、エクソン社製)を用い、着色帯電泳動粒子3には、カーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を用いた(粒径は1~2 $\mu$ m程度で、帯電極性は正極性)。イソパラフィンには、荷電制御剤としてコハク酸イミド(商品名:OLOA1200、シェブロン社製)を含有させ

た。また、各表示電極4、5には駆動電圧印加回路や制御電圧印加回路(不図示)を接続した。

【0107】以上の構成の表示装置に対して、駆動実験を行なった。すなわち、各画素の第2表示電極5を接地電位に保持した状態で、全ての画素の第1表示電極4は+15Vとした。本実施例において着色帯電泳動粒子3は正極性に帯電しているため、第2表示電極5を覆うように移動した。これにより、表示基板1bの側からは帯電泳動粒子3が主として視認されることとなり、各画素は暗表示状態となった。

【0108】次に、特定の画素だけ第1表示電極4の電位を-15Vにして明表示状態とし、明表示状態の画素と暗表示状態の画素とを観察したが、その隣接する画素の表示は乱れてはいなかった。さらに、暗表示、明表示共、電圧印加を止めた後も同一の表示状態を維持しており、良好な表示であった。

【0109】(実施例3)実施例2と同様な方法で、PET基板を用いてアクティブマトリクス駆動可能な表示装置を作製した。本発明のアクティブマトリクス駆動可能な表示装置の実施例を説明する。

【0110】本表示装置は表示基板1bには、厚さ100 $\mu$ mのPET基板を、後方基板1aには厚さ200 $\mu$ mのPET基板を使用した。走査線群40、データ線群41、各電極および薄膜トランジスタ42、表示面形成体6は実施例2と同様な方法で作製した。各セルの第1表示電極4の面積は各セルの表示面積の約1/3、また各セルの画素の大きさは、100 $\mu$ m×100 $\mu$ mとした。

【0111】以上の構成の表示装置に対して、実施例2と同様の駆動実験をおこなったところ、実施例2と同様に、画素間干渉することなく良好に表示が行なえ、十分な表示品位であった。

【0112】(実施例4)本実施例では、カラー表示が可能な電気泳動表示装置を作製した。

【0113】すなわち、実施例1と同様、図12に示すような9つの画素を形成したが、画素 $P_{11}$ 、 $P_{21}$ 、 $P_{31}$ には第2表示電極5を覆うように赤色の光反射層を設け(図9(a)の符号8a参照)画素 $P_{12}$ 、 $P_{22}$ 、 $P_{32}$ には第2表示電極5を覆うように緑色の光反射層を設け、画素 $P_{13}$ 、 $P_{23}$ 、 $P_{33}$ には第2表示電極5を覆うように青色の光反射層を設けた。

【0114】この光反射層には、カラーフィルタ用のレジストを使用した。すなわち、カラーフィルタ用の赤のレジストを塗布し、画素 $P_{11}$ 、 $P_{21}$ 、 $P_{31}$ の第2

表示電極5の形状にパターンニングすることにより赤の光散乱層8aを設け、カラーフィルタ用の緑のレジストを塗布し、画素 $P_{12}$ 、 $P_{22}$ 、 $P_{32}$ の第2表示電極5の形状にパターンニングすることにより緑の光散乱層8aを設け、カラーフィルタ用の青のレジストを塗布し、画素 $P_{13}$ 、 $P_{23}$ 、 $P_{33}$ の第2表示電極5の形状にパターンニングすることにより青の光散乱層8aを設けた。

【0115】その他の構成や製造方法は実施例1と同様にした。すなわち、第1表示電極（第1電極）4は後方基板（第1基板）1aの表面であって各画素中央部に正形状となるように形成した。また、一対の基板1a、1bの間隙には、画素と画素とを仕切るように表示面形成体（第2電極支持体）6を形成し、各画素には四角錐状の空隙部を形成した。

【0116】そして、この表示面形成体6の4つの傾斜面6aには、第2表示電極5をそれぞれ形成した。各第2表示電極5は、略台形状であって、第1表示電極4を囲繞するように配置されることとなる。1つの画素において第2表示電極5どうしは電氣的に接続しており、また、隣接される画素相互においても第2表示電極5どうしは電氣的に接続している。なお、これらの第2表示電極5は接地電位に短絡させた。これにより、各画素の第2表示電極5は、図2(a)に示すように、それぞれの画素における第1表示電極4の電気力線Bを遮ることとなる。

【0117】一方、表示面形成体6の4つの傾斜面6aには、第2表示電極5を覆うように絶縁層7を形成した。

【0118】そして、着色帯電泳動粒子3や透明絶縁性液体2を充填し、表示基板1bにて密封した。

【0119】また、各表示電極4、5には駆動電圧印加回路や制御電圧印加回路（不図示）を接続した。

【0120】なお、後方基板1aには厚さ $125\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムを用い、表示基板1bには厚さ $125\mu\text{m}$ のPETフィルムを用いた。また、画素は、 $120\mu\text{m} \times 120\mu\text{m}$ の正形状とし、画素数は $9 (= 3 \times 3)$ とした（図12参照）。さらに、第1表示電極4として暗黒色の炭化チタンを用い、第2表示電極5としてアルミニウムを用いた。またさらに、表示面形成体6はPETにて形成し、その厚さ（すなわち、基板間隙寸法）は約 $60\mu\text{m}$ とした。また、絶縁層7は厚さ $200\text{nm}$ のアモルファスフッ素樹脂にて形成した。さらに、絶縁性液体2にはイソパラフィン（商品名：アイソパー、エクソン社製）を用い、着色帯電泳動粒子3には、カーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を用いた（粒径は $1 \sim 2\mu\text{m}$ 程度で、帯電極性は正極性）。イソパラフィンには、荷電制御剤としてコハク酸イミド（商品名：OLOA1200、シェブロン社製）を含有させた。ただし、画素面積に対する第1表示電極4の割合は実施例1とは違っ

て約 $1/3$ とした。

【0121】作製した表示装置において、第2表示電極5を接地電位に短絡し、それぞれの画素の第1表示電極4に駆動電圧 $\pm 20\text{V}$ を印加し、 $500\text{ms}$ 毎に電圧極性を反転させた。

【0122】その結果、良好な赤、緑、青、黒の表示が得ることができ、隣接する画素間での電界の干渉による表示の乱れは見られず、優れた表示品位を得られることを確認した。

【0123】（実施例5）本実施例では、図15に示す電気泳動表示装置D<sub>9</sub>を作製した。

【0124】まず、電気泳動表示装置D<sub>9</sub>の構成について説明する。

【0125】後方基板（第1基板）1a及び表示基板（第2基板）1bを所定間隙を開けた状態に配置し、これらの基板間隙には、画素と画素とを仕切るように表示面形成体（第2電極支持体）56を配置した。本実施例では画素数は50個 $\times$ 50個とした。

【0126】この表示面形成体56は、各画素に対応する部分には角錐形状の凹部56aを有するものとし、絶縁層56b及び第2表示電極（第2電極）56cの2層構成とした。なお、絶縁層56bは後方基板1aの側に配置し、第2表示電極56cは表示基板1bの側に配置した。

【0127】そして、各凹部56aの内面であって絶縁層56bの表面には第1表示電極（第1電極）54を形成し、各凹部56aには多数の着色帯電泳動粒子3や透明絶縁性液体2を配置した。絶縁性液体2にはイソパラフィン（商品名：アイソパー、エクソン社製）を用い、着色帯電泳動粒子3には、カーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を用いた（粒径は $1 \sim 2\mu\text{m}$ 程度で、帯電極性は正極性）。イソパラフィンには、荷電制御剤としてコハク酸イミド（商品名：OLOA1200、シェブロン社製）を含有させた。

【0128】次に、電気泳動表示装置の製造方法について図16を参照して説明する。

【0129】（表示面形成体を形成する工程）まず、上述した形状の表示面形成体56を形成した。この表示面形成体56の形成に際しては、図18に示すような形状の成型型50（すなわち、 $100\mu\text{m}$ の高さの凸部50aが、電気泳動表示装置の画素に対応するように $120\mu\text{m}$ のピッチで $50 \times 50$ 個形成されている型）を使用し、

・ 図16(a)に示すように、導電ペースト（ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ジグリシジルエーテルイジン、イミダゾール系硬化剤、銀粉にて構成された導電材料）を最大厚みが $50\mu\text{m}$ となるように成型型50に塗布し、 $130^\circ\text{C}$ 、30分間で硬化させて導電層（第2表示電極）56cを形成し、



その後、絶縁材料であるエポキシ樹脂を、成型型50の内部に導電層56cを覆うように塗布し、硬化させて絶縁層56bを形成した。なお、エポキシ樹脂を塗布する際には、成型型50の凸部先端部50bをエポキシ樹脂から突出させておき、絶縁層56bには、各凹部56aに対応する位置に約6 $\mu$ m径の貫通孔56dを形成した(図16(b)参照)。

【0130】そのあと、型50を剥離して表示面形成体56を取り出した(図16(b)参照)。

【0131】(第1表示電極54を形成する工程)次に、メッキ処理によって第1表示電極54を形成した。メッキは導電層56cに接触しないようにする必要があり、そのメッキ処理の工程は以下の手順で行った。

【0132】まず、図16(c)に示すように、腐食液槽51の腐食液(重クロム酸カリ15g、硫酸100cc、水150cc)52に、絶縁層56b(メッキを形成する部分)を下側にして、絶縁層56bだけを1~2分間浸けた。これにより、絶縁層56bの底面が腐食液52に浸されて化学腐食されるが、その腐食液52は貫通孔56dから凹部56aに入り込むため、凹部内面も化学腐食される。これにより、メッキの密着性を確保することができ、不メッキを防ぐことができる。このとき、腐食液52が導電層56cに付着しないように気を付けた。以下の工程においても、液に浸す処理を行なう際には、同様に液に表示面形成体56を浮かべるように浸すことにより貫通孔56dから液を入れて凹部内面の処理をした。

【0133】そして腐食液を完全に水洗した後、さらに希アルカリを使ってクロム酸を完全に除去した。

【0134】次に、還元剤(塩化第一スズが添加された塩酸)を表示面形成体56の絶縁層56bに吸着させて感受性化処理を行ない、つぎに行なう活性化処理で表面に既出される触媒皮膜の密着性を高めた。この処理は1~3分室温で行なった。そして水洗を十分に行なった。

【0135】それから塩化パラジウム0.5g/lの浴槽に表示面形成体56の絶縁層56bを浸して活性化処理を行ない、触媒作用を有する塩化パラジウムの皮膜を絶縁層56bに付与することで、化学メッキを容易にできるようにした。この処理の後、十分に水洗を行なった。

【0136】そして硫酸銅25g/l、ロッセル塩56g/l、カセイカリ44g/l、アセチルアミノエチルエタノールアミンg/lとホルマリン(37%)25ccを加えて、銅の化学メッキを行ない、表示面形成体56の絶縁層56bに銅を析出させた。それから、化学メッキで析出した銅に流電するための接触を取り、硫酸銅の浴槽を用いて、浴温50℃、陰極電流密度5A/dm<sup>2</sup>で銅の電気メッキを行ない、第1表示電極54を作製した(図16(d)参照)。このとき、貫通孔56dはメッキにより塞がっていた。また、絶縁層56bの底面にも全面に銅が析出しているが、フォトリソグラフィおよびウェットエッチングによりパターニングして信号用配線(不図

示)として使用した(図16(e)参照)。さらに、導電層56cにも流電するための接触を取り、導電層56c表面にニッケルの電気メッキを施したところ、導電ペーストで作製した導電層56cの抵抗を低くすることができた。

【0137】(絶縁性液体2及び複数の帯電泳動粒子3を充填する工程)続いて、表示面形成体56の凹部に絶縁性液体2及び黒色の着色帯電泳動粒子3を充填した。

【0138】(表示面形成体56を挟持するように後方基板1a及び表示基板1bを配置する工程)最後に、この表示面形成体56に表示基板1bや後方基板1aを取り付けた(図15参照)。

【0139】(成型型の作製方法)ここで、成型型50の作製方法について図17に沿って説明する。

【0140】(100)方位のシリコンウエハー101に耐ウエットエッチング性のシリコン窒化膜の保護層102を形成した(図17(a)参照)。

【0141】フォトリソグラフィによるレジストパターン形成およびドライエッチングによりシリコンウエハー101上の保護層102をパターニングし(図17(b)参照)、保護層102の窓103を開けた。窓形状は矩形とした。

【0142】次に、この基板を加熱された水酸化カリウムのエッチング液に浸け、異方性エッチングを行ない、逆ピラミッド型パターンを形成した。最後に、保護層102を剥離した(図17(c)参照)。

【0143】つぎにシリコンウエハー101の逆ピラミッド型パターン側に型材料104として光硬化性樹脂を滴下し、その上に型保持基板105を乗せ、紫外光を照射して光硬化性樹脂を硬化した(図17(d)参照)。

【0144】その後、シリコンウエハー101を除去し、逆ピラミッド型パターンを反転転写したピラミッド型パターンの突起部106を有する型材料104を得た。最後に、型材料104上にアルミニウムの成膜によるコーティング膜107を付け、型50を形成することができた(図18参照)。

【0145】作製した電気泳動表示装置で表示を行ったところ、画素間干渉のない非常に良好な表示を行なうことができた。

【0146】(実施例6)本実施例では、図19に示す構造の電気泳動表示装置D<sub>10</sub>を作製した。すなわち、第1表示電極(第1電極)64は表示面形成体56の凹部の最深部に形成し、その他の構成は実施例5と同じとした。

【0147】次に、電気泳動表示装置の製造方法について図20を参照して説明する。

【0148】(表示面形成体を形成する工程)まず、表示面形成体56を形成した。この表示面形成体56の形成に際しては、図20(a)に示すように、光感光性エポキシ樹脂(絶縁材料)に銀粉(導電材料)を約7:1の

体積比で混合したもの60を、実施例5と同様の成型型50に入れた。その状態で2時間放置すると、銀粉は沈殿して2層に分離され、下部には光感光性エポキシ樹脂と銀粉からなる導電層56cが形成され、上部には光感光性エポキシ樹脂からなる絶縁層56bが形成されていた。その後、光感光性エポキシ樹脂を露光して硬化させた。

【0149】そのあと、型50を剥離して表示面形成体56を取り出した(図20(b)参照)。なお、混合物60を成型型50に入れる際には、成型型50の凸部先端部50bを突出させておき、絶縁層56bには、各凹部56aに対応する位置に約6 $\mu$ m径の貫通孔56dを形成した(図20(a)(b)参照)。

【0150】(第1表示電極64を形成する工程)次に、メッキ処理によって第1表示電極64を形成した。

【0151】すなわち、絶縁層56bの底面全面に銅箔61を接着し(図20(c)参照)、さらにその銅箔61部分に流電ができるように電極(不図示)を接触させた。

【0152】次に、硫酸銅の浴槽に浸し状態で銅の電気メッキを行ない、銅箔61部分からメッキを成長させた。メッキは貫通孔56dより成長し、第1表示電極64が形成された(図20(d)参照)。

【0153】その後、絶縁層底面の銅箔61をフォトリソグラフィーおよびウエットエッチングによりパターンニングすることで信号用配線(不図示)を形成した(図20(e)参照)。

【0154】(絶縁性液体2及び複数の帯電泳動粒子3を充填する工程)続いて、表示面形成体56の凹部に絶縁性液体2及び黒色の着色帯電泳動粒子3を充填した。

【0155】(表示面形成体56を挟持するように後方基板1a及び表示基板1bを配置する工程)最後に、この表示面形成体56に表示基板1bや後方基板1aを取り付けた(図19参照)。

【0156】作製した電気泳動表示装置で表示を行ったところ、画素間干渉のない非常に良好な表示を行なうことができた。

【0157】なお、本実施例における表示面形成体56の作製は、実施例5と同様の方法によって行っても良く、実施例5における表示面形成体56の作製は本実施例と同様の方法によって行っても良い。

【0158】(実施例7)本実施例では、図21に示す構造の電気泳動表示装置D<sub>11</sub>を作製した。すなわち、第1表示電極(第1電極)74は、表示面形成体56に支持させるのではなくて後方基板1aに支持させ、表示面形成体56の貫通孔56dよりも小径の短い棒状とし、後方基板1aと表示面形成体56とを組み付けた際に第1表示電極74が表面形成体56の凹部56aに入り込むようにすると良い。その他の構成は実施例5と同じとした。

【0159】次に、電気泳動表示装置の製造方法について図22を参照して説明する。

【0160】(第1表示電極74を形成する工程)まず、後方基板1aの表面に第1表示電極74を形成した。すなわち、後方基板1aとしてPET基板を用意し、その後方基板1aの表面に電子ビーム蒸着法により銅膜70を200nmの厚さに形成した(図22(a)参照)。この銅膜70の表面に光感光性エポキシ樹脂71を35 $\mu$ m厚に塗布し(図22(b)参照)、そのエポキシ樹脂71には、露光及びウエット現像を行なうことによって、表示面形成体56の貫通孔56dに対応する位置に5 $\mu$ m径の円形の開口部72を開け、マスク層73とした。

【0161】その後、銅膜70を陰極として、硫酸銅の浴槽を用いて、浴温50℃、陰極電流密度5A/dm<sup>2</sup>で銅の電気メッキを行なった。これにより、銅メッキは、開口部72から析出、成長し、開口部72の壁に沿って約35 $\mu$ mの棒状の第1表示電極74が形成された(図22(c)参照)。

【0162】その後、マスク層73を除去し、銅膜70をフォトリソグラフィーおよびウエットエッチングによりパターンニングして信号用配線(不図示)を形成した。

【0163】(その他の工程)その後、実施例5と同様の方法で表示面形成体56を形成し、表示面形成体56に後方基板1aを組み付けた。組み付けに際しては、各第1表示電極74が貫通孔56dから凹部内部に入り込むようにした。

【0164】続いて、表示面形成体56の凹部に絶縁性液体2及び黒色の着色帯電泳動粒子3を充填し、表示基板1bを貼り付けた。

【0165】作製した電気泳動表示装置で表示を行ったところ、画素間干渉のない非常に良好な表示を行なうことができた。

【0166】(実施例8)本実施例では、図23に示す電気泳動表示装置D<sub>12</sub>を作製した。

【0167】まず、電気泳動表示装置D<sub>12</sub>の構成について説明する。

【0168】本実施例における表示面形成体66は、絶縁層66b及び第2表示電極(第2電極)66cの2層で構成されており、各画素に対応する部分の凹部66aは、図24(b)及び(e)に示すように、大きな第1凹部66a<sub>1</sub>と小さな第2凹部66a<sub>2</sub>とによって形成されている。そして、各凹部66aの内面であって絶縁層66bの表面には第1表示電極(第1電極)84が形成されている。その他の構成は実施例5と同様とした。

【0169】次に、電気泳動表示装置の製造方法について図24を参照して説明する。

【0170】(表示面形成体を形成する工程)まず、上述した形状の表示面形成体66を形成した。この表示面形成体66の形成に際しては、図25に示すような形状

の成型型90(すなわち、後述するように、大きな第1突起部91が複数併設され、小さな第2突起部92が各第1突起部91の先端部に配置された形状の成型型)を使用し、

・ 図24(a)に示すように、導電ペースト(ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ジグリシジルエーテル、イミダゾール系硬化剤、銀粉にて構成された導電材料)を、第1突起部91がほぼ埋没する深さにまで配置し、130℃、30分間で硬化させて導電層(第2表示電極)66cを形成し、

・ その後、絶縁材料であるエポキシ樹脂を、成型型90の内部に導電層66cを覆うように第2突起部92がほぼ埋没する深さにまで塗布し、硬化させて絶縁層66bを形成した。なお、エポキシ樹脂を塗布する際には、成型型90の凸部先端部92aを1μm程度エポキシ樹脂から突出させておき、絶縁層66bには、各凹部66aに対応する位置に約6μm径の貫通孔66dを形成した(図24(b)参照)。

【0171】そのあと、型90を剥離して表示面形成体66を取り出した(図24(b)参照)。

【0172】(第1表示電極84を形成する工程)次に、実施例5と同様のメッキ処理によって第1表示電極84を形成した。すなわち、前処理として脱脂をし、それから化学腐食を施した(図24(c)参照)。続いて感受性処理、活性化処理を行い、それから銅の化学メッキを行い、最後に銅の電気メッキを行って第1表示電極84を形成した(図24(d)参照)。このとき、貫通孔66dはメッキにより塞がっていた。また、絶縁層66bの底面にも全面に銅が析出しているが、フォトリソグラフィおよびウエットエッチングによりパターニングして信号用配線(不図示)として使用した(図24(e)参照)。

【0173】(絶縁性液体2及び複数の帯電泳動粒子3を充填する工程)続いて、表示面形成体66の凹部に絶縁性液体2及び黒色の着色帯電泳動粒子3を充填した。

【0174】(表示面形成体66を挟持するように後方基板1a及び表示基板1bを配置する工程)最後に、この表示面形成体66に表示基板1bや後方基板1aを取り付けた。

【0175】(成型型の作製方法)ここで、成型型90の作製方法について図26に沿って説明する。

【0176】酸化ガスを用いて熱酸化して両面に1μm厚の二酸化シリコン膜が形成された1インチφのシリコンウエハー上に、電子ビーム蒸着法により、CrとAuとを夫々10nm、200nmの厚みに連続して成膜し、電極層108を形成した。

【0177】次に、全芳香族ポリアミク酸をスピン塗布して熱処理を行ない、ポリイミド膜からなる厚さ1μmの第1マスク層109を形成した。フォトリソグラフィによりフォトレジストを塗布、露光、現像して第1開

口部をフォトレジストに設け、酸素を用いた反応性イオンエッチングによりフォトレジストの第1開口部の第1マスク層109をエッチング除去して電極層108を露出させ、第1開口部110を第1マスク層109に形成した(図26(a)参照)。なお、この第1開口部110は、直径が10μmの円形をし、電気泳動表示装置の画素に対応するように、50×50のマトリックスに120μm間隔で形成した。そして、第1開口部110を形成した後、フォトレジストを剥離した。

【0178】次に電極層108を陰極として、硫酸ニッケルと塩化ニッケルとほう酸及び光沢剤からなるニッケルメッキ浴を用いて、浴温50℃、陰極電流密度5A/dm<sup>2</sup>でニッケルの電気メッキを行なった(図26(b)参照)。メッキは、まず第1開口部110から析出、成長し、第1マスク層109上にも広がり、第1開口部110を中心とした半径50μmの半球状の第1突起部91が形成された。

【0179】その後、第1突起部91の高さ分だけ光感光性エポキシ樹脂を塗布し、露光及びウエット現像を行なうことによって第2マスク層112を形成した(同図(c)参照)。なお、エポキシ樹脂を塗布する際には第1突起部91の頂点部分は露出しておき、その部分に第2開口部113を開設しておいた。この第2開口部113も、第1開口部110と同様、直径が10μmの円形とした。つまり、この第2開口部113も、電気泳動表示装置の画素に対応するように、50×50のマトリックスに120μm間隔で配置されることとなる。

【0180】そして、これらの第1突起部91を陰極として、硫酸ニッケルと塩化ニッケルとほう酸及び光沢剤からなるニッケルメッキ浴を用いて、浴温50℃、陰極電流密度5A/dm<sup>2</sup>でニッケルの電気メッキを行なった。ニッケルメッキは、まず第2開口部113から析出、成長し、第2マスク層112上にも広がり、半球状の第1突起部91上に高さが25μmの半球状の第2突起部92が形成された(同図(d)参照)。

【0181】その後、第1マスク層109および第2マスク層112を除去し(同図(e)参照)、再び硫酸ニッケルと塩化ニッケルとほう酸及び光沢剤からなるニッケルメッキ浴を用いて、浴温50℃、陰極電流密度5A/dm<sup>2</sup>でニッケルの電気メッキを行ない、第1突起部91と第2突起部92からなる突起部を高さが77μmとなるまで成長させた(図25参照)。これにより、電極層108と第1突起部91、および第1突起部91と第2突起部92との接地面積を増し、電極層108、第1突起部91、および第2突起部92が強固に固定され、加圧成形による型の変形や亀裂発生の無い、優れた機械的特性を有する成型型90が得られた。

【0182】なお、本実施例では、実施例5と同様の方法で表示面形成体66を形成したが、実施例6と同様の方法で形成しても良い。また、本実施例では、第1表示

電極84の形成を実施例5と同様の方法で行ったが、実施例6と同様の方法で行うようにしても良い。さらに、第1表示電極を実施例7のような構成としても良い。

【0183】作製した電気泳動表示装置で表示を行ったところ、画素間干渉のない非常に良好な表示を行なうことができた。

【0184】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、各画素において、第1電極は第1基板に沿うように配置され、第2電極は基板に対して傾斜した状態に配置されている。したがって、各画素を前記第2基板の側から見た場合に、一定の面積を第1電極が占め、一定の面積を第2電極が占めることとなる。このため、各画素の電極に適切な電圧を印加することにより前記着色帯電泳動粒子を移動させ、全体として画像表示を行うことができる。

【0185】また、本発明によれば、各画素の第2電極は、画素周辺部にて第1電極の電気力線を遮るように配置され、しかも同電位に保持されている。したがって、その電気力線が隣の画素に漏れ出ることを防止でき（すなわち、隣接する画素の電界をシールドするシールド電極として機能し）、各画素の帯電泳動粒子の移動はその画素の第1電極のみによって正確に制御でき、品質の良い表示を行うことができる。

【0186】一方、第2電極支持体によって画素と画素とを仕切るようにした場合には、帯電泳動粒子が他の画素へ移動することを防止でき、良好な表示が可能となる。かかる場合、この第2電極支持体によって、第2電極の支持機能と帯電泳動粒子の移動防止機能の両方を達成でき、それらの機能を別々の部品にて達成する場合に比べて部品点数を少なくできる。

【0187】また、第1電極と傾きをもつ第2電極の間に生じる電界が、着色帯電泳動粒子の移動方向に効果的に作用するため、駆動電圧を低くできる。そのため、表示装置の消費電力が小さくなり、かつ表示装置の駆動回路において、耐圧の低いトランジスタ等の電気部品を使用することができるため、生産コストを低くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図であり、(b)は平面図。

【図2】(a)は電気力線を示す模式図であり、(b)は帯電泳動粒子の移動の様子を示す模式図。

【図3】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図4】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図5】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図6】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態

を示す断面図。

【図7】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す平面図。

【図8】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す平面図。

【図9】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図10】本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法の一実施の形態を示す模式図。

【図11】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図12】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す平面図。

【図13】従来の電気泳動表示装置の構造を示す平面図。

【図14】本発明に係る電気泳動表示装置の構造の一実施例を示す分解斜視図。

【図15】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図16】本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法の一実施の形態を示す模式図。

【図17】成形型の製造方法を示す模式図。

【図18】成形型の構造を示す断面図。

【図19】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図20】本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法の一実施の形態を示す模式図。

【図21】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図22】本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法の一実施の形態を示す模式図。

【図23】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図24】本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法の一実施の形態を示す模式図。

【図25】成形型の構造を示す断面図。

【図26】成形型の製造方法を示す模式図。

【図27】電気泳動表示装置の従来構造の一例を示す断面図。

【図28】電気泳動表示装置の従来構造の一例を示す断面図。

【図29】従来の電気泳動表示装置における電気力線の漏れを説明するための模式図。

【図30】従来の電気泳動表示装置における帯電泳動粒子偏析を説明するための模式図。

【図31】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図32】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【図33】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形

態を示す断面図。

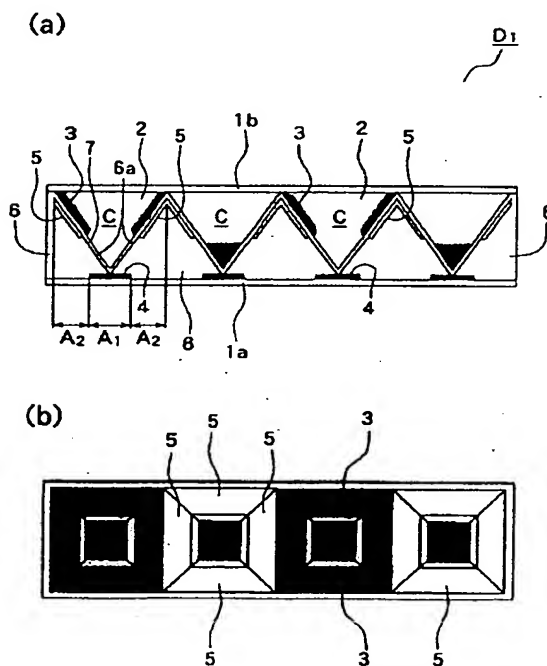
【図34】本発明に係る電気泳動表示装置の一実施の形態を示す断面図。

【符号の説明】

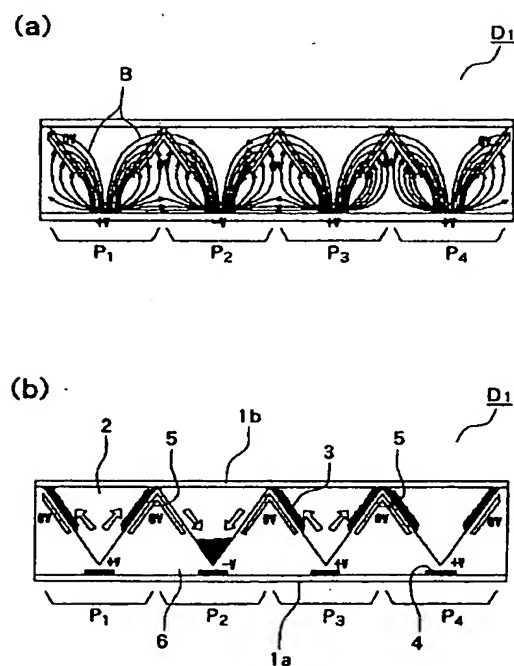
- 1 a 後方基板（第1基板）  
 1 b 表示基板（第2基板）  
 2 絶縁性液体  
 3 着色帯電泳動粒子  
 4 第1表示電極（第1電極）  
 5 第2表示電極（第2電極）  
 6 表示面形成体（第2電極支持体）  
 7 絶縁層  
 8 a, 8 b 光散乱層  
 16 表示面形成体（第2電極支持体）  
 26 表示面形成体（第2電極支持体）  
 42 スイッチング素子  
 50 成形型  
 54 第1表示電極（第1電極）  
 56 表示面形成体（第2電極支持体）

- 56 a 凹部  
 56 b 絶縁層  
 56 c 導電層（第2電極）  
 61 銅箔（金属箔）  
 64 第1表示電極（第1電極）  
 66 表示面形成体（第2電極支持体）  
 66 b 絶縁層  
 66 c 導電層（第2電極）  
 74 第1表示電極（第1電極）  
 84 第1表示電極（第1電極）  
 90 成形型  
 91 第1突起部  
 92 第2突起部  
 A<sub>1</sub> 画素中央部  
 A<sub>2</sub> 画素周辺部  
 B 電気力線  
 C 空隙部  
 D<sub>1</sub> ~ D<sub>12</sub> 電気泳動表示装置

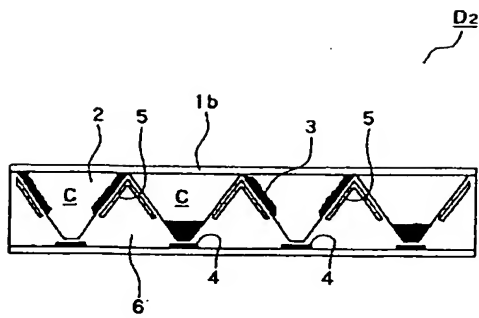
【図1】



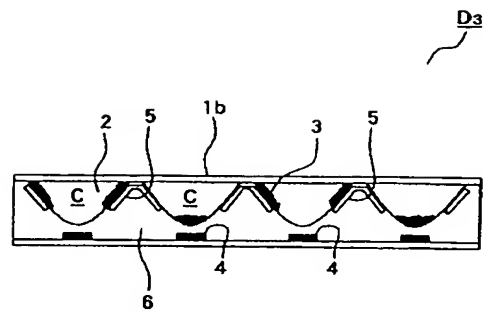
【図2】



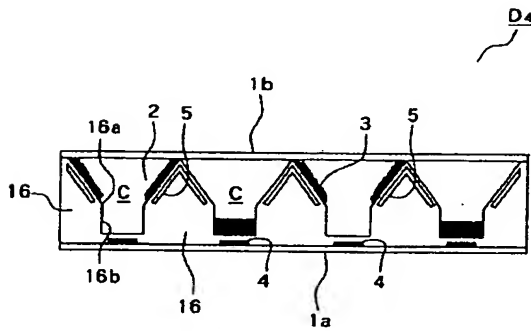
【図3】



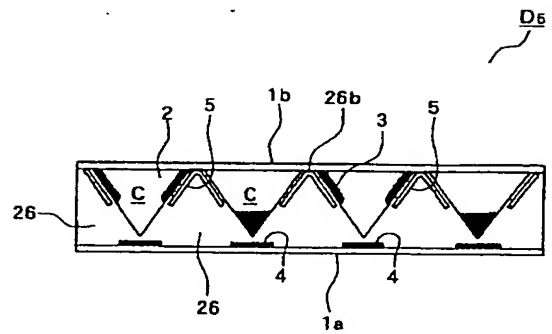
【図4】



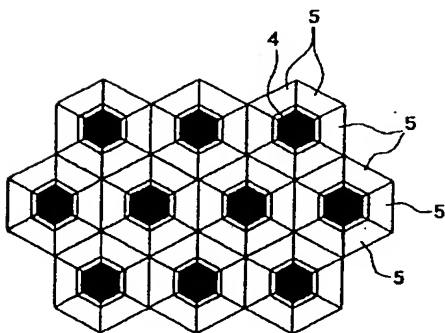
【図5】



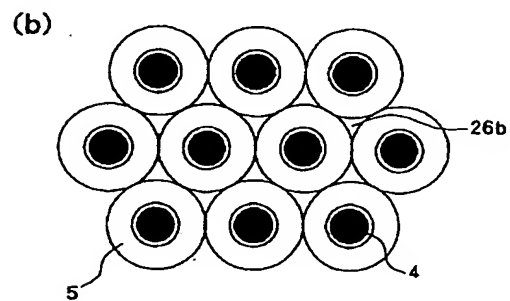
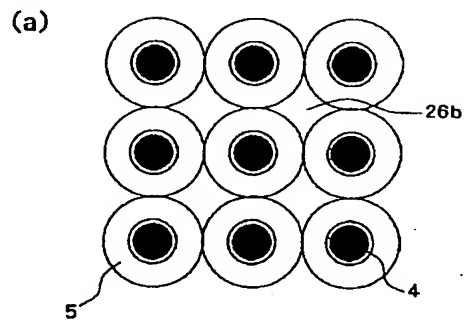
【図6】



【図7】

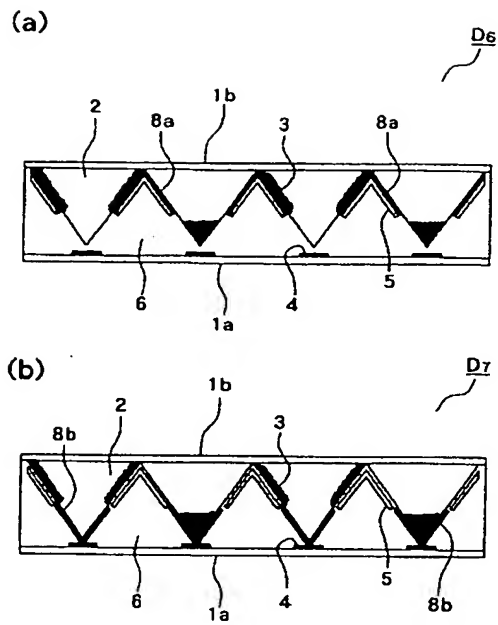


【図8】

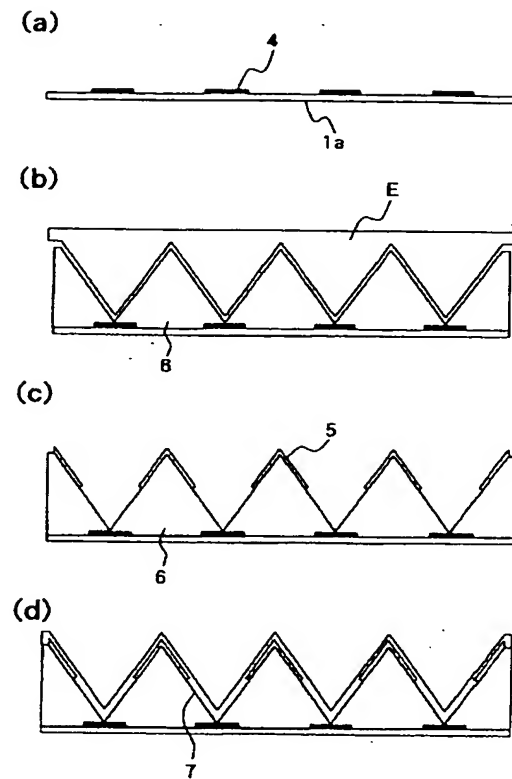




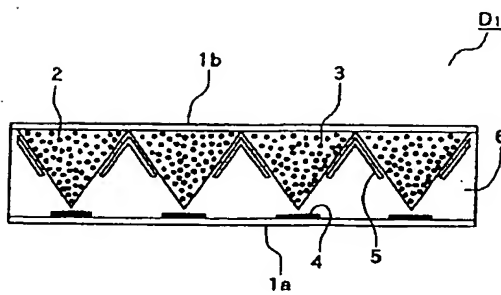
【図9】



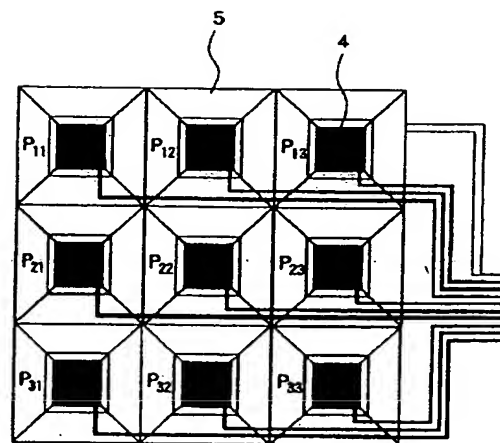
【図10】



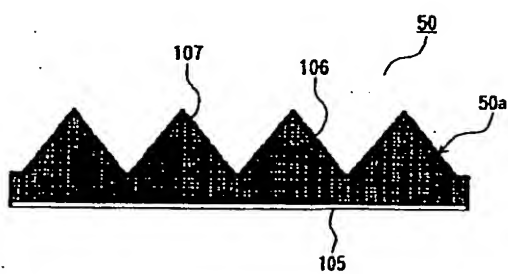
【図 1 1】



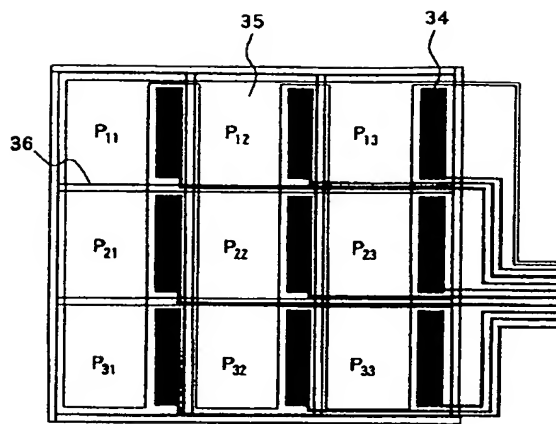
【図12】



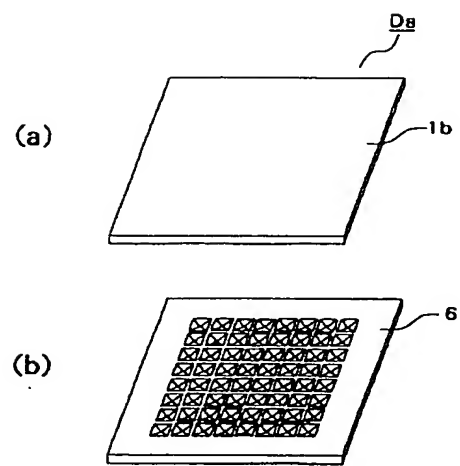
【图18】



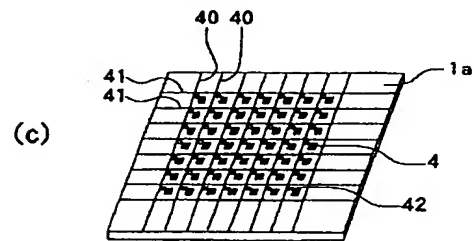
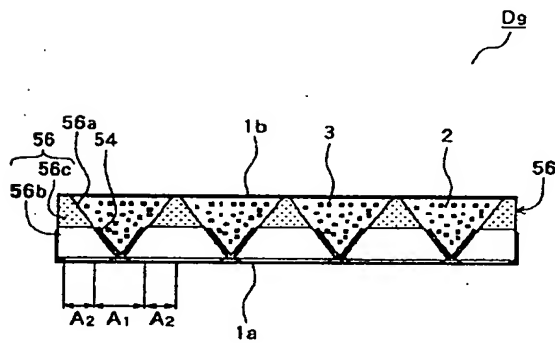
【図13】



【図14】

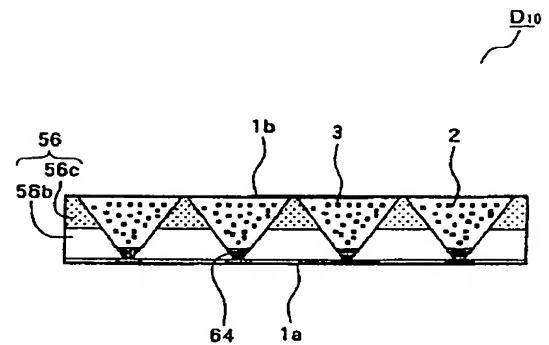
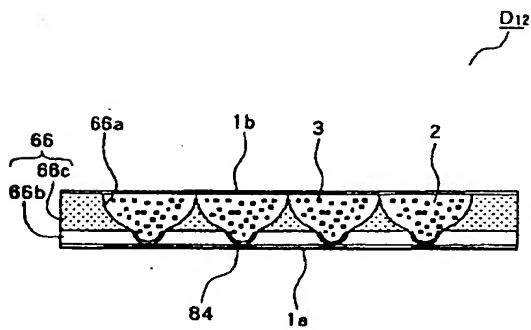


【図15】

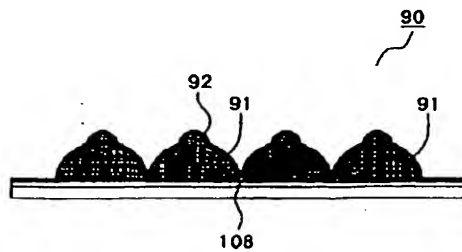


【図19】

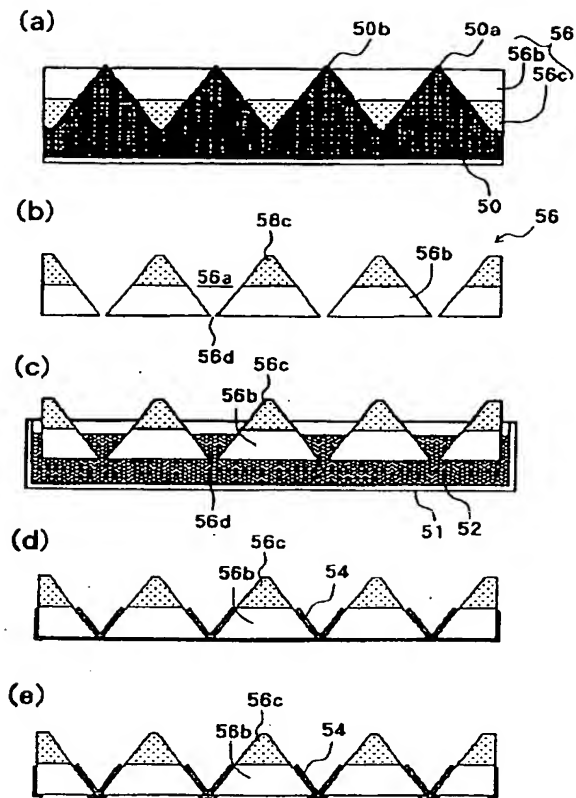
【図23】



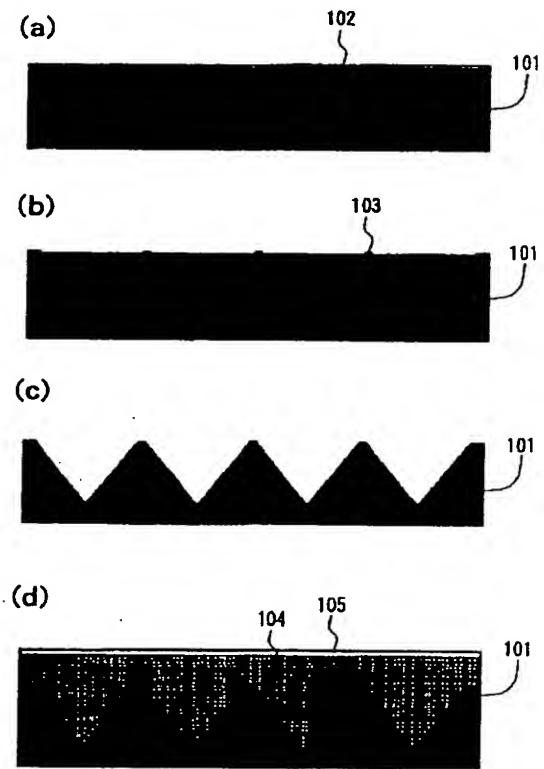
【図25】



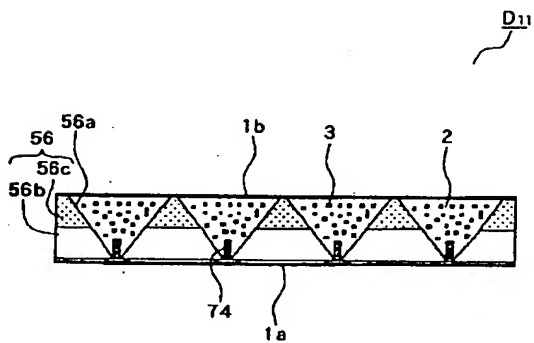
【図16】



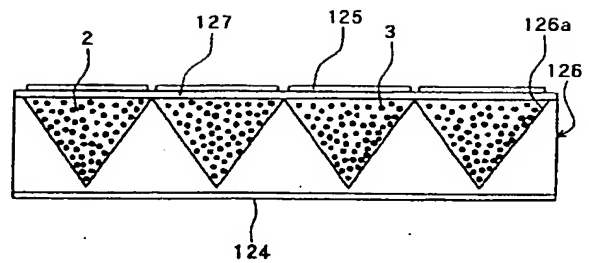
【図17】



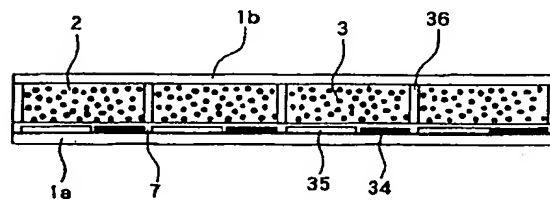
【図21】



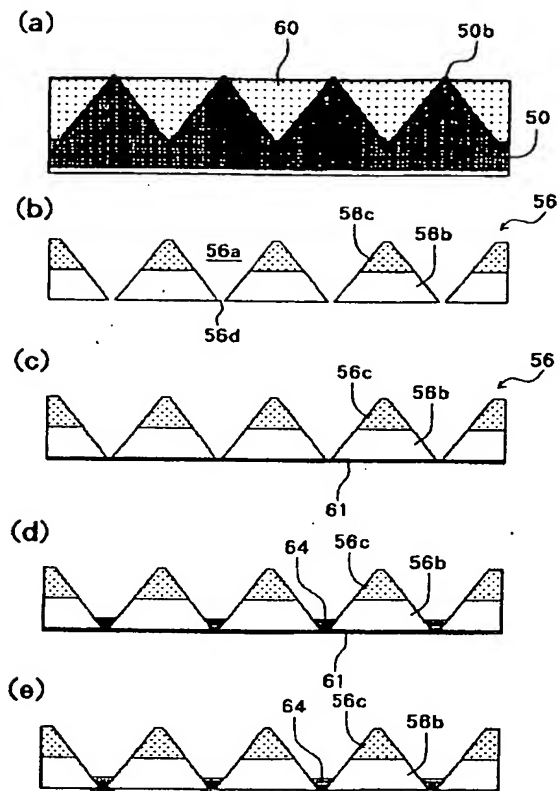
【図27】



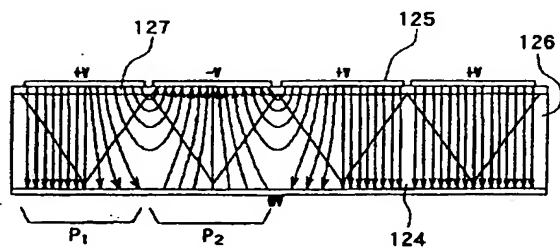
【図28】



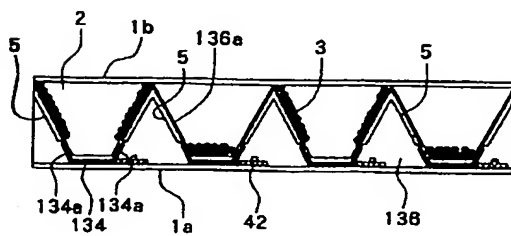
【図20】



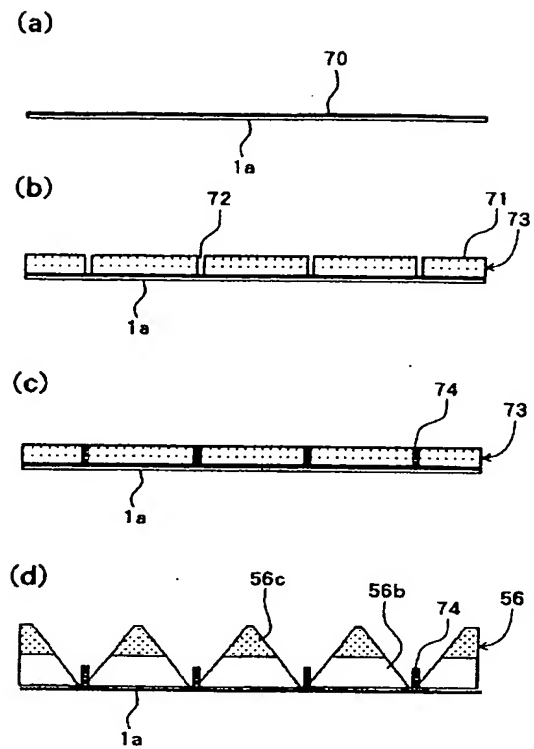
【図29】



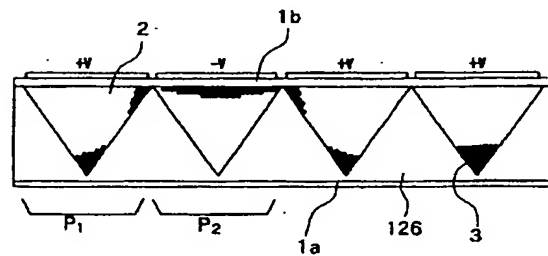
【図31】



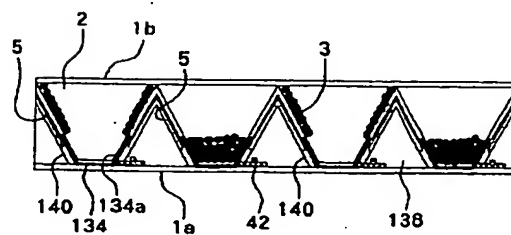
【図22】



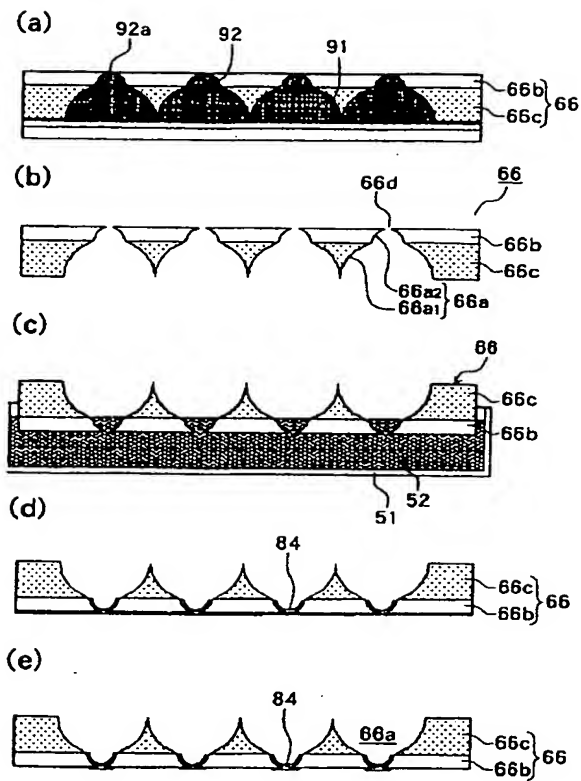
【図30】



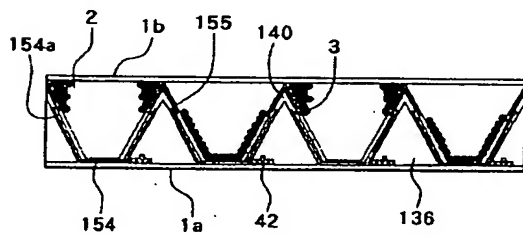
【図32】



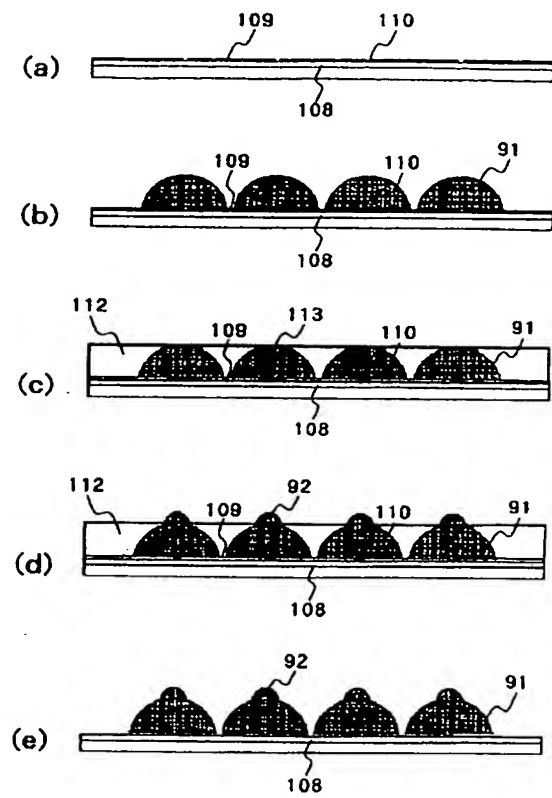
【図24】



【図33】



【図26】



【図34】

